Lane Medical Library

IBN AL HAITAM'S

ABHANDLUNG ÜBER DAS LICHT.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOCTORWÜRDE

VON DER PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT

DER

VEREINIGTEN FRIEDRICHS-UNIVERSITÄT HALLE-WITTENBERG

GENEHMIGT

UND

ZUGLEICH MIT DEN THESEN ÖFFENTLICH ZU VERTHEIDIGEN

MITTWOCH, DEN 7. JUNI 1882, MITTAGS 12 UHR

VON

JOHANNES BAARMANN

AUS EISLEBEN.

OPPONENTEN:

PAUL GÜNTHER, CAND. MATH.

JULIUS BLAUE, CAND. RER. NAT.

HALLE A/S.

1882.

SEINEN HOCHVEREHRTEN LEHRERN

HERRN PROF. DR. GOSCHE

ZU HALLE A/S.

UND

HERRN PROF. DR. DIETERICI

ZU BERLIN

IN DANKBARSTER HOCHACHTUNG

GEWIDMET.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153713_0055

Einleitung.

Mit dem Anfange des 10. Jahrhunderts erreichte die Uebersetzungsthätigkeit der Araber, die sich hauptsächlich auf indische und griechische Werke erstreckt hatte, ein Ende, und man begann nun den reichen Stoff, der sich namentlich auf mathematisch-physikalische, medicinische und philosophische Schriften bezog, genauer durchzuarbeiten und auf dem erlangten Grunde selbständig weiterzubauen [1]). Durch die Gunst der Chalifen unterstützt entwickelte sich hauptsächlich in Persien ein reges Studium der Mathematik und Astronomie. Ich erinnere nur an die Namen Alkarḫī und Al Ḥaǰǰāmī, von denen uns des ersteren Kāfī fil Ḥisāb (übersetzt von Hochheim) und sein algebraisches Werk Al Faḫrī, des letzteren Lösungen kubischer Gleichungen und seine Binomialentwicklung für den Fall positiver ganzzahliger Exponenten durch die Uebersetzungen F. Wöpcke's bekannt geworden sind.

Auch in der Physik wurde Treffliches geleistet. Am bedeutendsten waren Al Bērūnī, der erste Araber, von dem uns genauere specifische Gewichtsbestimmungen überliefert sind, Al Ḫāzinī, dessen „Buch der Wage der Weisheit" eine Fortsetzung der Arbeiten Bērūnī's bildet, und endlich Ibn al Haiṯam, der grosse Optiker [2]). Lange war man zweifelhaft, ob man letzteren zu identificiren habe mit Alhazen, dem Verfasser der berühmten Optik, die durch Risner nach einer alten lateinischen Uebersetzung 1572 herausgegeben wurde. Dass unter beiden Namen derselbe Mann zu verstehen ist, geht ganz sicher aus Narducci, Bulletino di Bibliografia etc. IV pag. 1 ff. hervor [3]). Dieser Ibn al Haiṯam, mit seinem vollen Namen bei Ibn Abī Uṣaibi'a: Abu Alī Muḥammed ibn al Ḥasan ibn al Haiṯam, bei Ḥāǧǧi Ḫalfa aber Abu Alī al Ḥasan ibn

1) Vergl. Hankel, Zur Geschichte der Mathematik im Alterthum und Mittelalter, Leipzig 1874. Cantor, Vorlesungen über Geschichte der Mathematik Bd. I.

2) Vergl. Dr. E. Wiedemann, Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften bei den Arabern: Poggendorff's Annalen Bd. 159, XIX

3) Vergl. auch Steinschneider, Vite di Matematici arabi etc. VIII.

al Ḥosain ibn al Haitam [1]), war nach seiner eigenen Angabe in Baṣra im Jahre 354 d. H. geboren und wurde erst im späteren Mannesalter vom Chalifen Al Ḥākim (reg. 996—1021) nach Aegypten berufen mit dem Auftrage, die Ueberschwemmungen des Nil so zu reguliren, dass sie von den Witterungsverhältnissen unabhängig würden. Er hatte sich nämlich gerühmt, dieses Projekt ausführen zu können, sah aber die Unmöglichkeit ein, als er an die Nilfälle bei Syene gelangte. Aus Furcht vor dem Zorn des Königs stellte er sich närrisch und verbarg sich in der Moschee Al Azhar; später beschäftigte er sich namentlich mit Ptolemaeus und Euklid, dessen Elemente er commentirte [2]). Eine reiche Fülle von Schriften scheint aus der Zeit seines ägyptischen Aufenthaltes hervorgegangen zu sein; Ibn Abī Uṣaibi'a nennt über hundert Titel von mathematischen und astronomischen Abhandlungen. Nach Caussin, Mémoires de l'acad. des inscr. VI, 1822 (Sur l'optique de Ptolémée), der sich auf ein in der Leydener Bibliothek gefundenes Manuskript des Casiri stützt, starb Ibn al Haitam 430 (1038 n. Chr.). Auch Ibn Abī Uṣaibi'a nennt dasselbe Todesjahr.

Ibn Abī Uṣaibi'a sagt von ihm, keiner wäre ihm zu irgend einer Zeit in Bezug auf Kenntnisse in den mathematisch-physikalischen Wissenschaften auch nur nahe gekommen; Chasles sagt (Aperçu hist. p. 498), wir müssen den Alhazen als die Quelle unserer optischen Kenntnisse betrachten. Und der grosse Araber verdient dieses Lob. Aus der grossen Anzahl seiner Schriften sind mir nur zwei in Uebersetzungen bekannt, eine geometrische, „Die zwei Bücher der gegebenen Dinge", und die oben schon erwähnte Optik (kitāb el manāẓir). Aus beiden aber erhellt zur Genüge, welcher Werth dem grossen Gelehrten beizumessen ist [3]).

Auf die Handschrift, deren Uebersetzung ich hier versucht habe, wurde ich durch Herrn Dr. Steinschneider in Berlin aufmerksam gemacht [4]), dem ich auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank ausspreche. Für das Lesen und Uebersetzen des Textes, wobei Herr Prof. Dieterici in Berlin mit grösster Bereitwilligkeit mir Anweisungen zu geben die Güte hatte, war namentlich der Umstand erschwerend, dass mir kein zweites Exemplar zur Hand war, mit dem ich die theils undeutlich geschriebenen, theils offenbar falschen Stellen hätte vergleichen können. Die in Loth's Catalogue unter 734, IV fol. 12—17 erwähnte Handschrift desselben Inhalts war mir nicht erreichbar.

---

1) Wüstenfeld, Uebersetzungen arabischer Werke in das Latein. seit dem XI. Jahrhundert No. 32.

2) Vergl. Wenrich, de auct. Graec. vers. p. 43, 186—189.

3) Ich habe obige Notizen ausser aus den schon angeführten Quellen theils aus der mir von Herrn Prof. A. Müller (Halle) freundlichst geliehenen Abschrift der عيون الانباء des Ibn Abī Uṣaibi'a (XIV, 19), theils aus Chasles, Aperçu hist. geschöpft.

4) Sie befindet sich in der Kgl. Bibliothek zu Berlin, Sprenger 1834.

Im Namen Gottes, des Allerbarmers!

Das Werk des Ḥasan ben al Ḥosain ben al Haitam über das Licht.

Die Behandlung des „Was" des Lichtes gehört zu den Naturwissenschaften, aber die Behandlung des „Wie" der Strahlung des Lichtes bedarf der mathematischen Wissenschaften wegen der Linien, auf welchen sich das Licht ausbreitet. Ebenso gehört die Behandlung des „Was" des Strahles zu den Naturwissenschaften, aber die Behandlung seiner Form und Erscheinung zu den mathematischen Wissenschaften. Und gerade so verhält sich's mit den durchsichtigen Körpern, in welche das Licht eindringt: die Behandlung des „Was" ihrer Durchsichtigkeit gehört zu den Natur- und die Behandlung des „Wie" der Ausbreitung des Lichtes in ihnen zu den mathematischen Wissenschaften. So muss denn die Behandlung des Lichtes, des Strahles und der Durchsichtigkeit nothwendig aus den Natur- und mathematischen Wissenschaften zusammengesetzt sein.

Da wir dies nun festgestellt haben, wollen wir jetzt an die Besprechung dieser Begriffe herantreten und wollen als allgemeinen Satz aufstellen, dass ein jedes Merkmal, das in irgend einem der Naturkörper gefunden wird und zu denjenigen Merkmalen gehört,

---

بسم الله الرحمن الرحيم

قول الحسن بن الحسين بن الهيثم فى الضوء

الكلام فى ماهية الضوء من العلوم الطبيعية والكلام فى كيفية اشراق الضوء محتاج الى العلوم التعليمية من اجل الخطوط التى يمتد عليها الاضواء وكذلك الكلام فى ماهية الشعاع هو من العلوم الطبيعية والكلام فى شكله وهيئته هو من العلوم التعليمية وكذلك الاجسام المشفة التى ينفذ الاضواء فيها الكلام فى ماهية شفيفها هو من العلوم الطبيعية والكلام فى كيفية امتداد الضوء فيها هو من العلوم التعليمية فالكلام فى الضوء وفى الشعاع وفى الشفيف يجب ان يكون مركبا من العلوم الطبيعية والعلوم التعليمية

واذ قررنا ذلك فلنشرع الآن فى الكلام على هذه المعانى ولنقل قولا كليا وهو ان كل معنى يوجد فى جسم من الاجسام الطبيعية

durch welche das Wesen dieses Körpers constituirt wird, eine wesentliche Eigenschaft genannt wird, da eben das Wesen eines jeden Körpers lediglich aus der Gesammtheit aller der an jenem Körper sich vorfindenden Merkmale besteht, welche, so lange nicht sein Wesen selbst ein andres wird, von ihm untrennbar sind. Nun ist das Licht in jedem selbstleuchtenden Körper eines von den Merkmalen, durch die das Wesen jenes Körpers constituirt wird, und so ist das Licht in jedem selbstleuchtenden Körper eine wesentliche Eigenschaft in diesem Körper, und das accidentelle Licht, welches auf den undurchsichtigen Körpern sichtbar ist, auf die es von anderen ausstrahlt, ist eine accidentelle Eigenschaft. Dies ist die Ansicht der in der Wissenschaft der Philosophie bewanderten.

Was nun die Mathematiker anbetrifft, so meinen diese, dass das Licht, welches von dem selbstleuchtenden Körper strahlt, und welches eine [wesentliche] Eigenschaft des Körpers ist, eine Feuerhitze sei, welche sich in dem selbstleuchtenden Körper befinde; und zwar, weil sie finden, dass, wenn das Sonnenlicht von dem Hohlspiegel zurückgeworfen wird, und das Licht in einem Punkte sich sammelt, und in diesem Punkte irgend ein brennbarer Körper sich befindet, dieser Körper im Augenblicke der Sammlung

---

ويكون من المعانى التى بها يتقوم ماهية ذلك الجسم فانه يسمى صورة جوهرية لان جوهر كل جسم انما يتقوم من جملة جميع المعانى التى فى ذلك الجسم التى هى غير مفارقة له ما دام جوهره غير متغير عما هو عليه والضوء فى كل جسم مضىء من ذاته هو من المعانى التى[1] يتقوم ماهية ذلك الجسم فالضوء فى كل جسم مضىء من ذاته هو صورة جوهرية فى ذلك الجسم والضوء العرضى الذى يظهر على الاجسام الكثيفة التى يشرق عليها من غيرها هو صورة عرضية وهذا هو رأى المحققين فى علم الفلسفة

فاما اصحاب التعاليم فانهم يرون ان الضوء الذى يشرق من الجسم المضىء من ذاته الذى هو صورة[2] فى الجسم هو حرارة نارية تكون فى الجسم المضىء من ذاته وذلك انهم وجدوا ضوء الشمس اذا انعكس عن المرءاة المقعرة واجتمع الضوء عند نقطة واحدة وكان عند [ذلك][3] تلك النقطة جسم من الاجسام التى تقبل الاحتراق

1) scil. بها. 2) Vermuthlich جوهرية einzuschalten. 3) Das Wort ist wohl zu streichen.

[des Lichtes] bei ihm verbrennt, und weil sie finden, dass, wenn wiederum das Licht der Sonne auf die Luft strahlt, die Luft erwärmt wird, und wenn das Licht der Sonne auf einen der undurchsichtigen Körper strahlt und auf ihm irgend eine Zeit lang beharrt, dieser Körper merklich erwärmt wird, so steht wegen dieser Erscheinungen bei ihnen fest, dass das Licht der Sonne eine Feuerhitze ist.

Sodann meinen sie, dass alle Lichterscheinungen von einer Art seien, nämlich alle eine Feuerhitze, nur seien sie unterschieden durch das „stärker" oder „schwächer". Und wenn etwas von dem Lichte zündet, so geschieht das wegen dessen Kraft, und wenn etwas nicht zündet, so wegen seiner Schwäche; gerade so wie man das bei der Feuerhitze findet. Nämlich das Feuer erwärmt, was von der Luft ihm benachbart ist; und alle Luft, die dem Feuerkörper nahe ist, ist stärker erwärmt, als die entfernt ist. Und wenn in die dem Feuer benachbarte Luft, deren Entfernung vom Feuer eine einigermassen erhebliche ist, ein brennbarer Körper gesetzt wird, so verbrennt er nicht; wenn aber dieser Körper dem Feuer genähert und in die Luft gesetzt wird, die dem Feuerkörper adhärirt, so verbrennt dieser Körper. Nun ist kein anderer

---

احترق ذلك الجسم عند اجتماع[1] عنده لو[2] وجدوا ضوء الشمس ايضا اذا اشرق على الهواء ساخن الهواء واذا اشرق ضوء الشمس على جسم من الاجسام الكثيفة وثبت عليه زمانا ما فان ذلك الجسم يسخن سخونة محسوسة فتقرر فى نفوسهم من اجل هذه الاحوال ان ضوء الشمس هو حرارة نارية

ثم راوا ان جميع الاضواء من جنس واحد وان جميعها هو حرارة نارية وانما تختلف بالاشد والاضعف فما كان من الاضواء محرقا فلقوته وما كان غير محرقا فلضعفه كما يوجد ذلك فى حرارة النار وذلك [ان][3] النار تسخن ما يجاورها من الهواء وكلما قرب الى جرم النار من الهواء كان اشد سخونة مما بعد واذا جعل فى الهواء المجاور للنار الذى بعده عن النار بعد مقتدر جسم يقبل الاحراق لم يحترق واذا قرب ذلك الجسم الى النار وجعل فى الهواء الملتصق بجسم النار احترق ذلك الجسم ولا فرق بين الهواء

---

1) Wohl الضوء einzuschalten. 2) Vermuthlich Schreibfehler für او, oder vielmehr و. 3) Dies ان fehlt in der Handschrift.

Unterschied zwischen der dem Feuerkörper adhärirenden Luft und der von dem Feuer entfernteren Luft, welche durch die Feuerhitze erwärmt ist, als der, dass die dem Feuerkörper adhärirende Luft eine stärkere Hitze hat. So ist in einem jeden der beiden Lufträume eine Feuerhitze; der eine [Luftraum] ist der zündende, und seine Hitze ist stark; aber der andere ist nicht zündend, und seine Hitze ist schwach. Ebenso ist das Licht eine Feuerhitze; was von ihm stark ist, das zündet, aber was schwach ist, zündet nicht. Demnach ist jedes Licht nach den Mathematikern eine Feuerhitze, und es wird an dem leuchtenden Körper ganz auf dieselbe Weise sichtbar, wie das Feuer an dem das Feuer tragenden Körper sichtbar wird.

Die selbstleuchtenden Körper, welche die sinnliche Wahrnehmung auffasst, sind zweierlei Art, nämlich die Gestirne und das Feuer. Das Licht dieser Körper strahlt auf alles, was ihnen von Körpern benachbart ist, und diese Sache wird durch die sinnliche Wahrnehmung auffasst. Nun haben wir in unserem Buche über die Optik [1]) im ersten Kapitel erläutert, dass ein jedes Licht in einem jeden leuchtenden Körper, mag es wesentlich in ihm sein oder accidentell, dass das Licht in ihm strahle von ihm aus auf jeden

---

الملتصق بجرم النار وبين الهواء البعيد عن النار الذى قد سخن بحرارة النار سوى ان الهواء الملتصق بجرم النار اشد حرارة وكل واحد من الهوائين فيه حرارة نارية واحدهما محرق وهو الذى حرارته قوية والآخر غير محرق وهو الذى حرارته ضعيفة وكذلك الاضواء هى حرارة نارية وما كان منها قويا كان محرقا وما كان منها ضعيفا كان غير محرق فجميع الاضواء عند اصحاب التعاليم هى حرارة نارية وانما يظهر فى الجسم المضىء كما يظهر النار فى الجسم الحامل للنار

والاجسام المضيئة فى ذواتها التى يدركها الحس هى نوعان وهما الكواكب والنار وهذه الاجسام يشرق ضوءها على كل ما يجاورها من الاجسام وهذا المعنى يدرك بالحس وقد بينا فى كتابنا فى المناظر فى المقالة الاولى منه ان كل ضوء فى كل جسم مضىء ذاتيا كان الضوء الذى فيه او عرضيا فان الضوء الذى فيه مشرق

1) Dies ist das im Vorworte schon erwähnte Werk, dessen lateinische Uebersetzung von Risner herausgegeben ist. Ich bezeichne letztere im Folgenden kurz mit Opt.

ihm gegenüberstehenden Körper, und wir haben diese Sache dort ausführlich erläutert [1]). Hierzu kommt, dass schon die Induction in dieser Sache vollständig genügt, denn man findet keinen undurchsichtigen einem leuchtenden Körper gegenüberstehenden Körper, ohne zugleich das Licht dieses leuchtenden Körpers auf jenem undurchsichtigen Körper erscheinen zu sehen, wenn zwischen beiden nichts Hinderndes oder eine grosse Entfernung und das Licht in dem leuchtenden Körper nicht äusserst [schwach] ist. In allen Naturkörpern, den durchsichtigen sowohl als den undurchsichtigen, ist eine Kraft, das Licht anzunehmen, der zufolge sie das Licht von den leuchtenden Körpern empfangen. Aber in den durchsichtigen Körpern ist ausser der Kraft das Licht anzunehmen noch eine Kraft, die das Licht weiter leitet, das ist die Durchsichtigkeit; und die Körper, welche durchsichtig genannt werden, sind die, in welche das Licht eindringt und die das Auge das, was hinter ihnen ist, wahrnehmen lassen. Diese Körper theilt man in zwei Klassen; es dringt das Licht in sie auf zweierlei Weise ein. Die eine Art ist die, dass das Licht in den ganzen durchsichtigen Körper eindringt, und die andere Art die, dass das Licht in einige Theile des durch-

---

منه على كل جسم يقابله وشرحنا هذا المعنى هناك شرحا مستقصى ومع ذلك فان الاستقراء يقنع فى هذا المعنى فانه لا يوجد جسم كثيف مقابلا لجسم مضىء الا ويوجد ضوء ذلك الجسم المضىء ظاهرا على ذلك الجسم الكثيف اذا لم يكن بينهما ساتر ولم يكن بينهما فرق متفاوت ولم يكن الضوء الذى فى الجسم المضىء فى غاية الجسم[2] وجميع الاجسام الطبيعية المشف منها والكثيف فيها قوة قابلة للضوء فهى تقبل الاضواء من الاجسام المضيئة والمشف من الاجسام فيه مع القوة القابلة للضوء قوة مؤدية للضوء وهو الشفيف والاجسام التى تسمى مشفة هى الاجسام التى ينفذ الضوء فيها ويدرك البصر ما وراءها وهذه الاجسام تنقسم قسمين وينفذ الضوء فيها على وجهين احد الوجهين ان ينفذ الضوء فى جميع الجسم المشف والوجه الاخر هو ان ينفذ الضوء فى

1) Diese Erklärung findet sich nicht in Opt., wohl aber ist darauf hingewiesen in Buch I, § 14 durch die Worte: Jam declaratum est superius [1 n] quod ex corpore quolibet illuminato cum quolibet lumine exit lux ad quamlibet partem oppositam ei.

2) Hierfür ist zu lesen الضعف.

sichtigen Körpers eindringt, in andere nicht. Zu den durchsichtigen Körpern, die das Licht ganz durchdringt, gehört die Luft, das Wasser, das Glas und was diesen ähnlich ist; und zu denen, bei welchen das Licht nur in einige ihrer Theile eindringt, in andere nicht, gehören die dünnen Zeuge und denen ähnliches. Denn bei den dünnen Zeugen dringt das Licht in die Lücken ein, welche zwischen den Fäden sind, aber es dringt nicht in die Fäden selbst ein; denn die Fäden sind undurchsichtige Körper, in welche das Licht nicht eindringt. Weil aber die feinen Fäden des dünnen Zeuges äusserst fein sind, so unterscheiden sich die Lichttheilchen, welche durch die Lücken des Zeuges hindurchgehen, für das Auge nicht von denen, welche von den Fäden desselben aufgehalten (und zurückgeworfen) werden, sondern das Auge nimmt nur die Lichtstrahlen jenseits des dünnen Zeuges wahr, welche durch die Lücken hindurchdringen. Hierzu kommt, dass die von den Fäden aufgehaltenen (und zurückgeworfenen) Lichtstrahlen ebensowohl wegen der Feinheit der Lücken als wegen der Feinheit der Fäden sich für das Auge nicht von den andern unterscheiden, denn das Auge nimmt überhaupt alles, was äusserst fein ist, nicht wahr. Also ist die Durchsichtigkeit in der Luft, dem Wasser, dem Glase u. d. ä. nicht dieselbe Durchsichtigkeit wie in den dünnen Gewändern.

بعض اجزاء الجسم المشف دون بعض اما الاجسام المشفة التى
ينفذ الضوء فى جميعها فكالهواء والماء والزجاج وما جرى مجراها
واما التى ينفذ الضوء فى بعض اجزاءها دون بعض فكالثياب الرقاق
وما جرى مجراها وذلك ان الثياب الرقاق ينفذ الضوء فى الثقوب
التى بين خيوطها ولا ينفذ فى الخيوط نفسها لان الخيوط
اجسام كثيفة لا ينفذ الضوء فيها ومن اجل ان الثوب الرقيق
خيوطه الدقاق فى غاية الدقة فليس [1] للبصر الاضواء التى
تخرج من ثقوبه من الاضواء التى تقف عند خيوطه والبصر يدرك
ما وراء الثوب الرقيق من الشعاع الذى ينفذ فى الثقوب ومع ذلك
فليس [1] له ذلك الشعاع الذى يقف عند الخيوط لدقة
الثقوب ودقة الخيوط لان البصر لا يدرك ما هو فى غاية الدقة
فالشفيف الذى فى الهواء والماء والزجاج وما يجرى مجراها هو غير

1) Hier steht in der Handschrift ein ganz unleserliches Wort. Ich habe nach Sinn und Zusammenhang يتبين gelesen.

Das in Wahrheit Durchsichtige [nämlich] ist das, in dessen Gesammtheit das Licht eindringt, wie die Luft, das Wasser, das Glas u. d. ä., die dünnen Zeuge aber werden nur wegen ihre Aehnlichkeit mit diesen in Bezug auf das Hineindringen des Lichtes durchsichtig genannt.

Nachdem die durchsichtigen Körper von andern unterschieden sind, behaupten wir, dass in den durchsichtigen Körpern, die das Licht ganz durchdringt, eine Kraft ist, das Licht anzunehmen, gerade wie in den undurchsichtigen Körpern. Dies soll bewiesen werden für eine jede von den beiden Arten; ich meine mit den beiden Arten die undurchsichtigen und die durchsichtigen Körper, deren ganzer Körper von dem Licht durchdrungen wird. Ein Beweis dafür, dass in allen undurchsichtigen Körpern eine Kraft ist, das Licht anzunehmen, ist, dass von jedem undurchsichtigen Körper Folgendes gilt: steht er einem leuchtenden Körper gegenüber, zwischen beiden ist nichts Hinderndes, das Licht in dem leuchtenden Körper ist nicht äusserst schwach, und der leuchtende Körper bleibt dem undurchsichtigen Körper eine merkliche Zeit lang gegenüber, so nimmt der auf den undurchsichtigen Körper Schauende das Licht auf der Fläche des undurchsichtigen Körpers

---

الشفيف الذى فى الثياب الرقاق والمشف على الحقيقة هو الذى ينفذ الضوء فى جميعه كالهواء والماء والزجاج وما جرى مجراها والثياب الرقاق انما سميت مشفة لشبهها بهذه فى نفوذ الضوء فيها

واذ قد تميزت الاجسام المشفة فانا نقول ان الاجسام المشفة التى ينفذ الضوء فى جميعها فيها قوة قابلة للضوء كمثل ما فى الاجسام الكثيفة وليدل على ذلك فى كل واحد من النوعين اعنى بالنوعين الاجسام الكثيفة والاجسام المشفة التى ينفذ الضوء فى جميع الجسم منها والذى يدل على ان فى جميع الاجسام الكثيفة قوة قابلة للضوء هو ان كل جسم كثيف اذا قابل جسما مضيأ ولم[1] بينهما ساتر ولم يكن الضوء الذى فى الجسم المضىء فى غاية الضعف وثبت الجسم المضىء فى قبالة الجسم الكثيف زمانا محسوسا فان الناظر الى الجسم الكثيف يدرك الضوء فى سطح

1) Hier ist يكن zu ergänzen.

eine merkliche Zeit lang wahr, wenn nicht der undurchsichtige Körper äusserst weit entfernt vom Auge und auch nicht äusserst weit entfernt von dem Körper ist, in dem [das Licht] ist. Die Thatsache nun, dass das Auge das Licht auf der Fläche des undurchsichtigen Körpers eine merkliche Zeit hindurch wahrnimmt, ist ein deutlicher Beweis dafür, dass auf der Fläche des undurchsichtigen Körpers ein auf seiner Fläche beständig bleibendes Licht ist, da durchaus keine Seinsform beständig an irgend einem Körper erscheint, ausser wenn in diesem Körper eine Kraft ist, diese Seinsform anzunehmen; denn dass der Körper eine Seinsform annimmt, bedeutet nichts anderes als dass diese Seinsform in diesem Körper stetig ist. So ist das Sichtbarwerden des Lichts auf den Flächen der undurchsichtigen Körper ein evidenter Beweis dafür, dass in den undurchsichtigen Körpern eine Kraft ist, das Licht anzunehmen.

Was die durchsichtigen Körper anbetrifft, so ist ihre Beschaffenheit noch leichter klarzustellen. Nämlich in die durchsichtigen Körper dringt das Licht ein, und das in sie eingedrungene Licht wird sichtbar auf den undurchsichtigen Körpern, welche hinter ihnen sind, wenn der durchsichtige Körper in der Mitte zwischen dem leuchtenden und dem undurchsichtigen Körper ist. Es beharrt das

---

الجسم الكثيف زمانا محسوسا اذا لم يكن الجسم الكثيف فى غاية البعد عن البصر ولا فى غاية البعد عن الجسم الذى فيه الصور[1] فادراك البصر للضوء فى سطح الجسم الكثيف زمانا محسوسا دليل ظاهر على ان فى سطح الجسم الكثيف ضوء ثابت فى سطحه وليس تثبت صورة من الصور فى جسم من الاجسام الا اذا كان فى ذلك الجسم قوة قابلة لتلك الصورة لان قبول الجسم للصورة ليس هو اكثر من ثبوت تلك الصورة فى ذلك الجسم فظهور الضوء فى سطوح الاجسام الكثيفة دليل واضح على ان فى الاجسام الكثيفة قوة قابلة للضوء

فاما الاجسام المشفة فامرها اظهر وذلك ان الاجسام المشفة ينفذ الضوء فيها ويظهر الضوء الذى ينفذ فيها على الاجسام الكثيفة التى تكون من وراءها اذا كان الجسم المشف متوسطا بين الجسم المضىء وبين الجسم الكثيف ويثبت الضوء فى الجسم

1) الصور ist ein Versehen des Abschreibers für الضوء.

Licht auf dem undurchsichtigen Körper, der hinter dem durchsichtigen Körper sich befindet, so lange der leuchtende Körper dem undurchsichtigen Körper gegenüberbleibt. Wenn nun das Licht, welches auf dem undurchsichtigen Körper sichtbar wird, nur von dem leuchtenden Körper ausstrahlt in den durchsichtigen Körper hinein und zu dem undurchsichtigen hin vordringt, so bleibt das Licht, so lange es auf dem undurchsichtigen Körper bleibt, auch in dem durchsichtigen. Was ein Beweis dafür ist, dass das Licht in dem durchsichtigen Körper bleibt, nachdem es in ihn eingedrungen ist, das ist das: wenn der durchsichtige Körper durch einen undurchsichtigen Körper geschnitten wird, an welchen Stellen die Schneidung auch stattfinde, so wird das Licht auf diesem undurchsichtigen den durchsichtigen Körper schneidenden Körper sichtbar. Diese Sache zeigt sich deutlich, wenn der durchsichtige Körper Luft oder Wasser ist. Und so ist das Sichtbarwerden des Lichtes auf dem undurchsichtigen Körper, der den durchsichtigen Körper an jeder beliebigen Stelle schneidet, ein deutlicher Beweis dafür, dass das Licht in dem durchsichtigen Körper bleibt. Wenn aber das Licht in dem durchsichtigen Körper bleibt, so muss in dem durchsichtigen Körper eine Kraft sein, das Licht anzunehmen, wie schon früher erläutert ist. So erhellt aus dem, was wir dargestellt haben, dass in einem

---

الكثيف الذى من وراء الجسم المشف ما دام الجسم المضىء ثابتا فى قبالة الجسم الكثيف واذا كان الضوء الذى يظهر على الجسم الكثيف انما هو مشرق من الجسم المضىء وممتد فى الجسم المشف الى الجسم الكثيف فما دام الضوء ثابتا على الجسم الكثيف فهو ثابت فى الجسم المشف و[1] الذى يدل على ان الضوء ثابت فى الجسم المشف بعد نفوذه فيه هو انه اذا قطع الجسم المشف بجسم كثيف فى اىّ المواضع كان القطع ظهر الضوء على ذلك الجسم الكثيف القاطع للجسم المشف وهذا المعنى يتبين اذا كان الجسم المشف هو الهواء او الماء فظهور الضوء على الجسم الكثيف القاطع للجسم المشف فى كل موضع منه دليل ظاهر على ان الضوء ثابت فى الجسم المشف واذا كان الضوء ثابتا فى الجسم المشف ففى الجسم المشف قوة قابلة للضوء

---

1) Dies و fehlt im Ms.

jeden von den Körpern, den feinen durchsichtigen sowohl als den undurchsichtigen eine Kraft ist, das Licht anzunehmen.

Dass in dem durchsichtigen Körper eine Kraft ist, das Licht weiter zu leiten, die nicht in dem undurchsichtigen Körper ist, dies liegt vor Augen; denn in jeden durchsichtigen Körper dringt das Licht ein, und in jeden undurchsichtigen Körper dringt das Licht nicht ein. Und so ist hieraus klar, dass in dem durchsichtigen Körper eine Eigenschaft ist, die nicht im undurchsichtigen Körper ist; und weil das Licht in jeden durchsichtigen Körper eindringt und nicht in irgend einen der undurchsichtigen Körper eindringt, in welchen gar keine Durchsichtigkeit ist, so ist das, was das Licht weiter leitet, die Durchsichtigkeit; und da die Durchsichtigkeit zu den Merkmalen gehört, durch welche das „Was" des durchsichtigen Körpers constituirt wird, so ist die Durchsichtigkeit eine wesentliche Seinsform in dem durchsichtigen Körper.

Es ist also aus allem, was wir bemerkt haben, klar, dass in einem jeden der Naturkörper eine Kraft ist das Licht anzunehmen, und dass in den durchsichtigen unter ihnen zugleich mit der Kraft das Licht anzunehmen eine das Licht weiter leitende Seinsform vor-

---

كما تبين من قبل فقد تبين مما بيناه ان كل جسم من الاجسام اللطيفة المشفة منها والكثيفة ففيه قوة قابلة للضوء

فاما ان فى الجسم المشف قوة مؤدية للضوء ليست هى فى الجسم الكثيف فهو بين وذلك ان كل جسم مشف فان الضوء ينفذ فيه وكل جسم كثيف فان الضوء لا ينفذ فيه فتبين من ذلك ان فى الجسم المشف معنى ليس هو فى الجسم الكثيف ولان الضوء ينفذ فى كل جسم مشف ولا ينفذ فى شىء من الاجسام الكثيفة التى ليس فيها شىء من الشفيف يكون المعنى المؤدى للضوء هو الشفيف ولان الشفيف من المعانى التى بها يتقوم ماهية الجسم المشف يكون الشفيف هو صورة جوهرية فى الجسم المشف

فقد تبين من جميع ما ذكرناه ان كل جسم من الاجسام الطبيعية ففيه قوة قابلة للضوء وان المشف منها فيه مع القوة القابلة للضوء صورة مؤدية للضوء ويتبين مع ذلك ان الشفيف هو صورة

handen ist, und es ist zugleich klar, dass die Durchsichtigkeit eine wesentliche Seinsform ist, durch welche das „Was" des durchsichtigen Körpers constituirt wird. Nun sind die durchsichtigen Körper verschieden; verschieden ist ihre Durchsichtigkeit und verschieden ihr Annehmen des Lichtes und ihr Fortleiten desselben. Wir werden dies alles erläutern, nachdem wir das Licht vollständig besprochen haben werden. Da wir nun schon dargelegt haben, dass das Licht von einem leuchtenden Körper auf jeden ihm gegenüberstehenden und auf jeden ihm benachbarten Körper strahlt, so bleibt noch übrig, dass wir darstellen, wie das Licht auf die ihm gegenüberstehenden Körper strahlt, und wie es in die durchsichtigen ihm benachbarten Körper eindringt. In dieser Beziehung behaupten wir zuerst, dass das Licht von jedem leuchtenden Körper strahlt und in jeden durchsichtigen, dem leuchtenden Körper benachbarten Körper eindringt und auf jedem undurchsichtigen dem leuchtenden Körper gegenüberstehenden Körper sichtbar wird. Diese Sache ist klar; sie bedarf keines Beweises, und zwar weil das Licht der Sonne, des Mondes und der Sterne in den Körper des Himmels, der ein durchsichtiger Körper ist, und in den Luftkörper, der ebenfalls durchsichtig ist, eindringt, auf der Oberfläche der Erde und auf den irdischen Körpern sichtbar wird, in das Wasser eindringt, und, wenn das Wasser in einem durchsichtigen Gefässe

---

جوهرية بها يتقوم ماهية الجسم المشف والاجسام المشفة
تختلف ويختلف شفيفها ويختلف قبولها للاضواء وتاديتها لها
ونحن نبين جميع ذلك من بعد ان نستوفى الكلام فى الضوء
واذ قد تبين ان الضوء يشرق من جسم مضىء على كل جسم
مقابل له وعلى كل جسم مجاور له فقد بقى ان نبين كيف
يشرق الاضواء على الاجسام المقابلة لها وكيف تنفذ فى الاجسام
المشفة المجاورة لها فنقول اولا ان الضوء يشرق من كل جسم
مضىء وينفذ فى كل جسم مشف مجاور للجسم المضىء ويظهر
على كل جسم كثيف مقابل للجسم المضىء وهذا المعنى ظاهر
لا يحتاج الى بيان وذلك ان الشمس والقمر والكواكب ينفذ ضوءها
فى جسم السماء الذى هو جسم مشف وفى جسم الهواء الذى
هو ايضا مشف ويظهر على وجه الارض وعلى الاجسام الارضية

ist, auf jedem undurchsichtigen Körper, der hinter diesem Gefässe sich befindet, sichtbar wird. Und ebenso, wenn auf die durchsichtigen Mineralien, wie Glas, Crystall und diesen beiden Aehnliches das Licht strahlt und hinter ihnen ein undurchsichtiger Körper ist, wird das Licht auf dem undurchsichtigen Körper sichtbar. Aus der Betrachtung dieser Beispiele erhellt ganz klar, dass das Licht in die durchsichtigen Körper eindringt.

Was nun die Art und Weise des Eindringens des Lichtes in die durchsichtigen Körper betrifft, so geschieht das so, dass das Licht in die durchsichtigen Körper auf geradlinigen Bahnen vordringt, und zwar dringt es nur auf geradlinigen Bahnen vor; und es dringt von jedem Punkte des leuchtenden Körpers in der Richtung jeder geraden Linie vor, die in den durchsichtigen dem leuchtenden Körper benachbarten Körper hinein von einem solchen Punkte aus gezogen werden kann. Auch dies haben wir schon in unserem Buche über die Optik ausführlich dargestellt [1]); aber doch wollen wir jetzt davon etwas erwähnen, was uns für das, wonach wir fragen, genügt. In diesem Sinne

---

وينفذ فى جسم الماء [2] اذا كان الماء فى اناء مشف ظهر الضوء على كل جسم كثيف يكون من وراء ذلك الاناء وكذلك الاحجار المشفة كالزجاج والبلور [3] وما يجرى مجراهما اذا اشرق عليها الضوء وكان وراءها جسم كثيف ظهر الضوء على الجسم الكثيف فمن هذا الاعتبار يظهر ظهورا بينا ان الاضواء تنفذ فى الاجسام المشفة فاما كيف يكون نفوذ الضوء فى الاجسام المشفة فهو ان الضوء يمتد فى الاجسام المشفة على سموت خطوط مستقيمة ولا يمتد الا على سموت الخطوط المستقيمة ويمتد من كل نقطة من الجسم المضىء على كل خط مستقيم يصح ان يمتد من [4] تلك النقطة فى الجسم المشف المجاور للجسم المضىء وهذا المعنى قد بيناه فى كتابنا فى المناظر ببيانا مستقصى ولكنا نذكر الآن منه طرفا يقنع

1) Vergl. Opt. Buch I, § 17, 19, 23, 38 etc. Die Behauptung, dass von jedem Punkte des leuchtenden Körpers nach allen Richtungen, in denen gerade Linien gezogen werden können, Lichtstrahlen ausgehen, ist höchst wichtig im Gegensatze zur Annahme des Euklid, dass es nur einzelne bestimmte Strahlen gebe.

2) Hier fehlt و. 3) vid. Plinius, XXXVII, 5. 4) Im Ms. steht فى.

sagen wir, dass das Vordringen des Lichtes auf geradlinigen Bahnen ganz klar wird durch das Licht, welches durch Spalten in dunkle Zimmer eintritt. Denn wenn das Licht der Sonne oder das Licht des Mondes oder das Licht des Feuers durch einen mässigen Spalt in ein dunkles Zimmer eintritt, und es ist in dem Zimmer Staub oder es wird Staub im Zimmer aufgeregt, so wird das durch den Spalt eintretende Licht in dem mit der Luft vermischten Staube ganz deutlich sichtbar; und es wird auf dem Boden oder an der dem Spalte gegenüberstehenden Wand des Zimmers sichtbar. Und man findet das Licht von dem Spalte bis auf den Boden oder bis zu der dem Spalte gegenüberstehenden Wand auf geradlinigen Bahnen vordringend. Und wenn man an dieses sichtbare Licht zur Vergleichung einen geraden Stab hält, so findet man das Licht in der geraden Richtung des Stabes vordringend. Ist aber im Zimmer kein Staub und das Licht erscheint auf dem Boden oder auf dem Spalte gegenüberstehenden Wand, und dann wird zwischen das sichtbare Licht und den Spalt ein gerader Stab gestellt, oder zwischen beiden ein Faden fest angespannt und dann zwischen das Licht und den Spalt ein undurchsichtiger Körper gestellt, so wird das Licht auf diesem undurchsichtigen Körper sichtbar und verschwindet von der Stelle,

---

فيما نحن سبيلة[1] فنقول ان امتداد الضوء على سموت خطوط مستقيمة يظهر ظهورا بينا من الاضواء التى تدخل من ثقوب الى البيوت المظلمة فان ضوء الشمس وضوء القمر وضوء النار اذا دخل فى ثقب مقتدر الى بيت مظلم وكان فى البيت غبار او اثير فى البيت غبار فان الضوء الداخل من الثقب يظهر فى الغبار الممازج للهواء ظهورا بينا ويظهر على وجه الارض او على حائط البيت المقابل للثقب ويوجد الضوء ممتدا من الثقب الى الارض او الى الحائط المقابل للثقب على سموت مستقيمة وان اعتبر هذا الضوء الظاهر بعود مستقيم وجد الضوء ممتدا على استقامة العود وان لم يكن فى البيت غبار وظهر الضوء على الارض او على الحائط المقابل للثقب ثم جعل بين الضوء الظاهر وبين الثقب عود مستقيم او مد بينهما خيط مدا شديدا ثم جعل فيما بين الضوء والثقب جسم كثيف ظهر الضوء على ذلك الجسم الكثيف وبطل من الموضع

1) Soll wohl نسئله heissen.

an der es sichtbar war. Wenn man dann den undurchsichtigen Körper in der Raumstrecke hin und her bewegt, welche die gerade Richtung des Stabes einhält, so findet man das Licht immer auf dem undurchsichtigen Körper sichtbar. Es ist somit hieraus klar, dass das Licht von dem Spalte bis zu der Stelle, an der es sichtbar ist, auf geradlinigen Bahnen vorwärts geht. Nun haben wir in dem Buche der Optik[1]) dargestellt, wie man das Vordringen des Lichtes in eine jede der Arten von durchsichtigen Körpern untersucht; der Umfang, in dem wir es hier besprochen haben, ist[2]) genügend.

Das Vordringen des Lichtes in die durchsichtigen Körper ist eine physische Eigenthümlichkeit aller Arten des Lichtes. Manchmal wird freilich gesagt, dass die Ausbreitung des Lichtes in den durchsichtigen Körpern auf geradlinigen Bahnen [eine Eigenthümlichkeit der durchsichtigen Körper sei]. Aber diese Ansicht ist zu falsch, um Prüfung und Beachtung zu verdienen, und jene erste Annahme ist die richtige. Wenn nämlich das Vordringen des Lichts in den durchsichtigen Körper eine Eigenthümlichkeit des durchsichtigen Körpers wäre, so geschähe das Vordringen des Lichtes nur auf besonderen Bahnen; aber so wird die Sache nicht gefunden.

الذى كان يظهر فيه ثم ان حرك الجسم الكثيف فى المسافة الممتدة على استقامة العود وجد الضوء ابدا يظهر على الجسم الكثيف فيتبين من[3] ذلك ان الضوء يمتد من الثقب الى الموضع الذى يظهر فيه الضوء على سموت خطوط مستقيمة وقد بيننا فى كتاب المناظر كيف يعتبر امتداد الضوء فى كل واحد من انواع الاجسام المشفة وهذا القدر الذى ذكرنا ههنا كاف

وامتداد الضوء فى الاجسام المشفة هو خاصة طبيعية لجميع الاضواء فقد يقال ان امتداد الضوء فى الاجسام المشفة على سموت الخطوط المستقيمة . . . .[4] وهذا المعنى يفسد عن السبر والاعتبار والقول الاول هو الصحيح وذلك انه لو كان امتداد الضوء فى الجسم المشف هو خاصة للجسم المشف لكان امتداد الضوء لا يكون الا على سموت مخصوصة وليس يوجد الامر كذلك بل توجد الاضواء تمتد

---

1) Vergl. Opt. Buch II Cap. II. 2) sc. für unseren Zweck.
3) Im Ms. steht فى. 4) Hier ist offenbar eine Lücke: ich schreibe هو خاصة تخص الاجسام المشفة.

sondern man findet das Licht in die durchsichtigen Körper vordringend auf Bahnen von Linien, die sich schneiden oder parallel sind oder sich treffen und sich nicht treffen zu gleicher Zeit [1]), und ausgehend von dem Lichte eines Körpers; und zwar geschieht dies deswegen, weil von jedem Punkte des leuchtenden Körpers Licht in jeder geraden Richtung vordringt, welche sich von diesem Punkte aus ziehen lässt. Und so müssen sich die Lichtstrahlen, welche von zwei verschiedenen der im leuchtenden Körper liegenden Punkte vordringen, schneiden; ich meine, dass die von einem der beiden Punkte nach allen Seiten hin vordringenden Linien sich mit den Linien schneiden, die von dem andern Punkte nach allen Seiten hin vordringen. Wenn nun zu einer Zeit eine Menge von leuchtenden Körpern zugegen sind, und das Licht von einem jeden von ihnen aus vordringt, so ist die Lage der Linien, auf denen alle diese Lichtstrahlen vordringen, gar sehr verschieden. Daher kommt es gelegentlich vor, dass das Vordringen des Lichtes nach entgegengesetzten Richtungen erfolgt, wenn die leuchtenden Körper im Verhältniss zu dem durchsichtigen Körper nach entgegengesetzten Seiten liegen. So-

---

فى الاجسام المشفة على سموت خطوط متقاطعة ومتوازية ومتلاقية وغير متلاقية فى وقت واحد ومن ضوء جسم واحد وذلك ان كل نقطة من الجسم المضىء يمتد منها ضوء على كل خط مستقيم يصح ان يمتد من ذلك[2] النقطة فالاضواء التى تمتد من نقطتين مفترقتين من النقط التى فى الجسم المضىء تكون متقاطعة اعنى انه يكون الخطوط الممتدة من احدى النقطتين فى جميع الجهات متقاطعة للخطوط الممتدة من النقطة الاخرى فى جميع الجهات واذا حضر فى الوقت الواحد عدة من الاجسام المضيئة امتدت الاضواء من كل واحد منها فتكون الخطوط التى يمتد عليها جميع تلك الاضواء مختلفة الوضع اختلافا متفاوتا ويعرض من ذلك ان يكون امتداد الاضواء فى جهات متضادة اذا كانت الاجسام المضيئة فى جهات متضادة بالقياس الى الجسم المشف

1) Vgl. Opt. Buch I § 28. Erunt illae lineae, super quas extenduntur formae diversae, quaedam aequidistantes, et quaedam secantes se, et quaedam diversi situs etc.

2) Lies تلك.

mit ist die Annahme besonderer Lichtbahnen nichtig, und es giebt in den durchsichtigen Körpern keine besonderen Bahnen, die das Licht weiter leiten. Hierzu kommt, dass die physikalischen Bewegungen nicht nach einander entgegengesetzten Seiten erfolgen. Wenn nun die das Licht leitende Seinsform, die im durchsichtigen Körper sich befindet, das Licht auf ihr eigenthümlichen geraden Bahnen weiter leitete, so könnte dieselbe sicherlich das Licht nicht auf Bahnen, die ihrem Wesen nach einheitliche sind, nach zwei entgegengesetzten Seiten weiter leiten. Wenn nun doch das Licht in einem durchsichtigen Körper nach einander entgegengesetzten Seiten vordringt, so rührt das Vordringen des Lichtes in den durchsichtigen Körpern auf geradlinigen Bahnen nicht von einer Besonderheit der durchsichtigen Körper her. Wenn aber das Licht nur in die durchsichtigen Körper vordringt, und in die durchsichtigen Körper nur auf geradlinigen Bahnen, und das Vordringen in gerader Linie keine Besonderheit der durchsichtigen Körper ist, so geschieht das Vordringen des Lichts auf geradlinigen Bahnen nur durch eine Besonderheit des Lichts. So ist es die Besonderdes Lichts, dass es auf geradlinigen Bahnen vordringt, und die Besonderheit der Durchsichtigkeit, dass sie das Eindringen des Lichts in die durchsichtigen Körper nicht hindert.

فيبطل الاختصاص ولا يكون فى الجسم المشف سموت مخصوصة تؤدى الضوء ومع ذلك فان الحركات الطبيعية لا تكون فى جهات متضادة فلو كانت الصورة المؤدية للضوء التى فى الجسم المشف تودى الضوء على سموت مستقيمة بخاصة تخصها لكانت لا تودى الضوء على سموت واحدة باعيانها فى جهتين متضادتين واذا كانت الاضواء تمتد فى الجسم الواحد المشف [على سموت واحدة باعيانها][1] فى جهتين متضادتين فليس امتداد الضوء فى الاجسام المشفة على سموت الخطوط المستقيمة بخاصة تخص الاجسام المشفة واذا كان الضوء لا يمتد الا فى الاجسام المشفة ولا يمتد فى الاجسام المشفة الا على سموت خطوط مستقيمة وكان الامتداد على الخطوط المستقيمة ليس هو بخاصة تخص الاجسام المشفة فليس امتداد الضوء على سموت الخطوط المستقيمة الا بخاصة تخص الضوء فخاصة الضوء ان يمتد على سموت خطوط مستقيمة وخاصة الشفيف ان لا يمنع نفوذ الاضواء فى الاجسام المشفة

1) Jedenfalls irrige Wiederholung aus der vorigen Zeile.

Das in die durchsichtigen Körper auf geradlinigen Bahnen vordringende Licht aber ist es, was man Strahl nennt; der Strahl ist das von dem leuchtenden Körper in den durchsichtigen Körper auf geradlinigen Bahnen vordringende Licht. Die geraden Linien aber, auf denen das Licht vordringt, sind eingebildete, nicht sinnlich wahrnehmbare Linien [1]). Die eingebildeten Linien nun zugleich mit dem auf ihnen vordringenden Lichte, dieses beides zusammen ist das was Strahl genannt wird. So ist der Strahl eine wesentliche Seinsform, welche sich in gerader Linie ausbreitet. Aber die Mathematiker nennen den Strahl des Auges einen Strahl nur vermöge einer Vergleichung mit dem Strahle der Sonne und dem Strahle des Feuers. Die früheren Mathematiker nämlich meinen, das Sehen geschehe vermöge eines Strahles der von dem Auge ausgehe [2]) und zu dem Auge zurückgelange, und durch solchen Strahl komme das Sehen zu Stande, und solch ein Strahl sei eine zum Genus Licht gehörige Leuchtkraft; dieses sei die Sehkraft, und sie breite sich von dem Auge auf geradlinigen Bahnen aus, deren Anfang die Mitte des Auges sei; und wenn diese Leuchtkraft zum Auge zurückgelange, nehme sie das Erschaute wahr.

والضوء الممتد فى الاجسام المشفة على سموت الخطوط المستقيمة
هو الذى يسمى شعاعا فالشعاع هو الضوء الممتد من الجسم
المضىء فى الجسم المشف على سموت خطوط مستقيمة والخطوط
المستقيمة التى يمتد عليها الضوء هى خطوط متوهمة لا محسوسة
والخطوط المتوهمة مع الضوء الممتد عليها لمجموعهما هو الذى
يسمى الشعاع فالشعاع هو صورة جوهرية ممتدة على خطوط
مستقيمة وانما يسمى اصحاب التعاليم شعاع البصر شعاعا لشبهها
بشعاع الشمس وشعاع النار وذلك ان المتقدمين من اصحاب التعاليم
يرون ان الابصار يكون بشعاع يخرج من البصر وينتهى الى البصر
وبذلك الشعاع يكون الابصار وان ذلك الشعاع هو قوة نورية من
جنس الضوء وانها هى القوة الباصرة وانها تمتد من البصر على
سموت خطوط مستقيمة مبدأها مركز البصر واذا انتهت هذه القوة

---

1) Vergl. Opt. Buch I, § 23. 2) Vergl. Opt. Buch I, § 23: Visio non fit radiis a visu emissis, auch Buch II, § 23.

Die geradlinig ausgebreitete Leuchtkraft, die vom Mittelpunkte des Auges ausgeht, mit den geraden Linien zusammen nennen die Mathematiker Augenstrahl. Wer aber meint, dass das Sehen durch ein Bild zustande komme, welches von dem Erschauten nach dem Auge reflectirt werde, der ist der Ansicht, dass der Strahl das vom Erschauten auf geradlinigen Bahnen, die sich im Mittelpunkte des Auges treffen, vordringende Licht sei. Diejenigen nämlich, welche dieser Ansicht sind, meinen, dass sich von jedem Punkte des Lichts Licht ausbreite in der Richtung jeder geraden Linie, die sich von diesem Punkte aus ziehen lasse. Wenn nun das Auge irgend einem sichtbaren Gegenstande gegenüber sich befinde, und in diesem Erschauten irgend welches Licht vorhanden sei, möge es wesentlich oder accidentell sein, so dringe von jedem Punkte dieses Lichtes Licht in der Richtung jeder geraden Linie vor, die sich zwischen diesem Punkte und der Oberfläche des sichtbaren Gegenstandes ziehen lasse. Nun gehe von dem Auge nach dem sichtbaren Gegenstande Licht aus auf unendlichen geraden Linien, und nach unendlich verschiedenen Richtungen. Die eingebildeten geraden Linien aber, die sich zwischen der Mitte des Auges und dem sichtbaren Gegenstande ziehen lassen, gehören zu den Linien, auf denen das Licht vordringe, und so nehme das Auge das Bild des

---

النورية الى البصر ادركت المبصر والقوة النورية الممتدة على الخطوط المستقيمة الخارجة من مركز البصر مع الخطوط المستقيمة هو الذى يسميه اصحاب التعاليم شعاع البصر فاما من يرى ان الابصار يكون بصورة ترد عن المبصر الى البصر فانه يرى ان الشعاع هو الضوء الممتد من المبصر على سموت الخطوط المستقيمة التى تلتقى عند مركز البصر وذلك ان اصحاب هذا الرأى يرون ان الضوء يمتد من كل نقطة منه ضوء على كل خط مستقيم يصح ان يمتد من تلك النقطة فاذا قابل البصر مبصرا من المبصرات وكان فى ذلك المبصر ضوء ما ذاتيا كان ذلك الضوء او عرضيا فان كل نقطة من ذلك الضوء يمتد منها ضوء على كل خط مستقيم يصح ان يمتد بين [1]) تلك النقطة وبين سطح المبصر فيخرج من البصر ضوء الى سطح المبصر على خطوط مستقيمة بلا نهاية وعلى اوضاع مختلفة اختلافا بلا نهاية فتكون الخطوط المستقيمة المتوهمة

1) Für بين wohl besser من.

Geschauten in dem Lichte wahr, welches zu ihm lediglich auf den Bahnen dieser Linien reflectirt werde. Denn wer dieser Ansicht ist, glaubt, dass das Auge von Natur so eingerichtet sei, dass es nur die Lichterscheinungen, welche zu ihm auf den Bahnen dieser Linien reflectirt werden, nicht aber das wahrnehme, was zu ihm auf andern als diesen Linien reflectirt werde. Man nennt das Licht, das auf den Bahnen der geraden Linien, die sich im Mittelpunkte des Auges treffen, vordringt, sammt diesen Linien selbst einen Strahl. So ist der Strahl des Auges nach allen Mathematikern irgend ein Licht, das auf geradlinigen in der Mitte des Auges sich treffenden Bahnen vordringt, und diese Linien an und für sich — und das sind eingebildete Linien — nennen die Mathematiker Strahlenlinien. Nach der früheren allgemeinen Erklärung aber ist der Strahl ein Licht, das auf geradlinigen Bahnen vordringt, das Licht sei das Licht der Sonne oder das Licht des Mondes oder das Licht der Gestirne oder das Licht des Feuers oder das Licht des Auges. Dies ist die Definition des Strahles; die Physiker aber haben keine wissenschaftlich begründete Lehrmeinung über den Strahl.

الممتدة بين مركز البصر وبين سطح المبصر هى من الخطوط التى امتد عليها الضوء فيدرك البصر صورة المبصر فى الضوء الذى يرد اليه على سموت هذه الخطوط فقط لان من يرى هذا الراى يعتقد ان البصر مطبوع على ان يحس بالاضواء التى ترد اليه على سموت هذه الخطوط فقط ولا يحس بما يرد اليه على غير هذه الخطوط ويسمى الضوء الممتد على سموت الخطوط المستقيمة التى تلتقى عند مركز البصر مع هذه الخطوط انفسها شعاعا فشعاع البصر عند جميع اصحاب التعاليم هو ضوء ما ممتد على سموت الخطوط المستقيمة المتلاقية عند مركز البصر وهذه الخطوط على انفرادها وهى خطوط متوهمة سماها اصحاب التعاليم خطوط الشعاع[1] بالقول الاول الكلى هو ضوء ممتد على سموت خطوط مستقيمة كان الضوء ضوء الشمس او ضوء القمر او ضوء الكواكب او ضوء النار او ضوء البصر وهذا هو حد الشعاع وليس لاصحاب العلم الطبيعى قول محرر فى الشعاع

---

1) Vermuthlich والشعاع einzuschieben.

Nachdem nun dies klargestellt ist, wollen wir jetzt zu der Behandlung der durchsichtigen Körper zurückkehren. Wir behaupten, dass die Durchsichtigkeit eine Seinsform in dem durchsichtigen Körper, und zwar eine das Licht weiter leitende, ist. Man theilt die durchsichtigen Körper in zwei Klassen ein, in die himmlischen und die unter dem Himmel befindlichen. Die himmlischen unter ihnen sind einer Art, denn die himmlischen Körper sind von einer Substanz. Die unter dem Himmel befindlichen durchsichtigen Körper werden in drei Arten eingetheilt: die erste von ihnen ist die Luft, die andere das Wasser und die durchsichtigen Flüssigkeiten, wie das Weisse im Ei und die durchsichtigen Schichten des Auges [1]) und diesen Aehnliches, und die dritte die durchsichtigen Mineralien, wie das Glas, das Crystall und die durchsichtigen Edelsteine. Dies sind alle Arten der durchsichtigen Körper. Diese durchsichtigen Körper sind verschieden in Bezug auf ihre Durchsichtigkeit, und in jeder von diesen Arten ist verschiedene Durchsichtigkeit ausser in dem Himmelskörper. So hat die Luft verschiedene Durchsichtigkeit; sie ist zum Theil dick, zum Theil dünn. Dick ist z. B. der Nebel und der Rauch und die mit Staub oder Rauch vermischte Luft; wieder andere ist dünn, wie die Luftschichten

---

واذ قد تبين ذلك فلنرجع الآن الى الكلام فى الاجسام المشفة فنقول
ان الشفيف هو صورة فى الجسم المشف فهى مؤدية للضوء والاجسام
المشفة تنقسم الى قسمين هما الفلكية وما دون الفلك والفلكية
منهما هى نوع واحد لان الاجسام الفلكية من جوهر واحد واما [2]
دون الفلك من الاجسام المشفة فانها منقسمة الى ثلثة اقسام
فاحدها هواء [3] والاخر الماء والرطوبات المشفة كبياض البيض وطبقات
البصر المشفة وما يجرى مجرى ذلك والثالث الاحجار المشفة
كالزجاج والبلور والجواهر المشفة فهذه هى جميع انواع الاجسام
المشفة وهذه الاجسام المشفة يختلف شفيفها وكل نوع من
انواعها يختلف شفيفه ما سوى جسم الفلك وذلك ان الهواء
يختلف شفيفه فمنه غليظ ومنه لطيف والغليظ كالضباب والدخان

1) Als durchsichtige Schichten des Auges werden in Opt. Buch I, § 4 bezeichnet: cornea, humor albugineus, h. glacialis, h. vitreus.

2) Hier ist ما einzuschieben. 3) Lies الهواء.

zwischen den [Seen] und die dem Himmel nahe Luft und die Luft, welcher nichts anderes beigemischt ist; und die dünnere Luft hat stärkere Durchsichtigkeit. Ebenso hat von den durchsichtigen Flüssigkeiten die eine stärkere Durchsichtigkeit als die andere, z. B. das fliessende Wasser im Vergleich zu dem Wasser, welchem etwas von Farbestoffen beigemischt ist [und ebenso die Steine:] so ist der Beryll durchsichtiger als der Hyazinth. Alles das bezeugt die sinnliche Wahrnehmung. Was aber den Himmelskörper anbetrifft, so wird in seiner Durchsichtigkeit keine Verschiedenheit sichtbar; dass er aber durchsichtig ist, ist klar: denn die Sterne haben verschiedene Entfernungen von der Erde, aber trotzdem nimmt sie alle das Auge wahr trotz ihrer verschiedenen Höhe im Himmelsraume.

In allen durchsichtigen Körpern aber unter dem Himmel ist irgend eine Undurchsichtigkeit, denn von einem jeden von ihnen geht, wenn auf ihn das Sonnenlicht strahlt, ein zweites Licht aus, so wie es von den undurchsichtigen Körpern ausgeht, wenn auf sie das Sonnenlicht strahlt; nur dass das zweite Licht, welches von den durchsichtigen Körpern ausgeht, schwächer ist. Und

---

وما خالطه غبار او دخان ومنه لطيف كالهوية التى بين .....[1]
والهواء القريب من الفلك والهواء الذى لم يخالطه شيء سواه
والهواء اللطيف اشدّ شفيفا كالماء الجارى والماء الذى يخالطه
شيء من الاصبغ[2] [وكذلك الرطوبات المشفة بعضها اشد شفيفا من
بعض][3] فان البلور اشد شفيفا من الياقوت وجميع ذلك يشهد به
الحس فاما جسم الفلك فليس يظهر فى شفيفه اختلاف فاما انه مشف
فذلك بين لان الكواكب مختلفة الابعاد عن الارض ومع ذلك فان
البصر يدرك جميعها مع اختلاف مواضعها من سمك جسم الفلك
والاجسام المشفة التى هى دون الفلك جميعها فيها كثافة ما
وذلك ان كل واحد منها اذا اشرق عليه ضوء الشمس فانه يصدر
عنه ضوء ثان كما يصدر عن الاجسام الكثيفة اذا اشرق عليها ضوء
الشمس الا ان الضوء الثانى الذى يصدر عن الاجسام المشفة

1) Hier steht im Texte الجدران was natürlich keinen Sinn giebt; ich habe hier sowie für das gleiche Wort auf Seite 24 (Anm. 2) الغدران gelesen.

2) Die in [ ] eingeschlossene Stelle ist weiter oben vor كالماء einzuschieben.

3) Hier ist zu ergänzen وكذلك الاحجار.

wir haben diese Sache im ersten Kapitel unseres Buches über die Optik ausführlich dargelegt [1]); und haben auf die Methode hingewiesen, nach welcher sie für ein jedes Licht bewiesen wird, welches auf den undurchsichtigen Körpern sichtbar ist und in den durchsichtigen Körpern gefunden wird, und an dieser Stelle wollen wir etwas von jenem Beweise berichten. Dass von der Luft ein zweites Licht ausgeht, das wird sichtbar bei der Morgenröthe. Die Erdoberfläche glänzt zur Zeit des Morgens, schon bevor die Sonne aufgeht, und die sinnliche Wahrnehmung sieht die Oberfläche der Erde und die [Gewässer] heller, als sie in der Nacht waren; die Sonne aber steht zur Morgenzeit, und bevor sie für das Auge sichtbar wird, der Erde nicht gegenüber. Aber das Licht geht von den leuchtenden Körpern nur auf geradlinigen Bahnen aus; diesen Gegenstand haben wir durch Beweise und Experimente in dem Buche der Optik erläutert; nun giebt es zwischen der Sonne und der Erdoberfläche, auf welche die Sonne nicht strahlt, keine geraden Linien, welche der Erdkörper nicht schneiden müsste. Folglich ist das Licht, welches auf der Erdoberfläche sichtbar wird, nicht ein Licht, das von dem Körper der Sonne selbst strahlt. Es

---

يكون اضعف وقد بينا هذا المعنى فى المقالة الاولى من كتابنا فى المناظر ببيانا مستقصى وارشدنا الى الطريق التى تبين بها هذا المعنى فى كل واحد من الاضواء التى تظهر من الاجسام الكثيفة وتوجد فى الاجسام المشفة ونحن نذكر فى هذا الموضع طرفا من ذلك البيان اما ان الهواء يصدر عنه ضوء ثان فذلك يظهر عند ضوء الصباح فان وجه الارض يضيء فى وقت الصباح وقبل ان يطلع الشمس ويدرك الحس وجه الارض .....[2] اضواً مما كانت فى الليل والشمس فى وقت الصباح وقبل ان يظهر للبصر ليس تكون مقابلة الارض[3] والاضواء ليس تصدر عن الاجسام المضيئة الا على سموت خطوط مستقيمة وقد بينا هذا المعنى بالبرهان والاعتبار فى كتاب المناظر وليس بين الشمس وبين وجه الارض الذى لم يشرق عليه الشمس خطوط مستقيمة ولا جسم الارض يقطعها[4] فليس الضوء

---

1) Opt. Buch I, § 31; ausführlicher aber in Buch IV, § 4 ff.
2) Siehe Anmerk. 1) auf Seite 23.
3) Besser wäre للارض.
4) Muss umgestellt werden in يقطعها جسم الارض.

steht aber der Erdoberfläche kein anderer leuchtender Körper gegenüber, der fähig wäre, dass von ihm Licht nach der Oberfläche der Erde ausgehe, als die Luft, die zwischen dem Himmel und der Erde sich befindet, besser wohl: die durch das Sonnenlicht leuchtend geworden ist. Diese Luft aber steht dem Sonnenkörper gegenüber, und zwischen ihr und der Sonne ist nichts Hinderndes, und diese Luft leuchtet zur Morgenzeit, und das Licht in ihr wird von den Sinnen wahrgenommen. Folglich ist das Licht, welches auf der Erdoberfläche zur Zeit des Morgens sichtbar wird, ein Licht, das von dem Lichte ausgeht, welches in der der Erdoberfläche gegenüberbefindlichen Luft ist. Von dem Wasser [im Texte Feuer] nun und dem Glase und den durchsichtigen Mineralien gilt, dass, wenn auf sie das Licht der Sonne strahlt, ebenfalls von ihnen ein zweites Licht ausgeht neben dem Eindringen des Lichtes in ihr Inneres. Dies Licht wird für die sinnliche Wahrnehmung sichtbar, wenn dem Wasser oder den durchsichtigen Mineralien ein weisser Körper genähert wird auf der andern Seite als der, nach welcher sich das darin eingedrungene Licht ausbreitet. Denn es wird dann auf diesem weissen Körper ein neues Licht gefunden, das vorher auf ihm nicht sichtbar war, und dieses Licht ist schwach. Nun haben wir die Methode des experimentellen Beweises für diesen Gegenstand in dem

---

الذى يظهر على وجه الارض هو ضوء مشرق من نفس جرم الشمس وليس[1] يقابل وجه الارض جسم مضىء يصح ان يصدر عنه ضوء الى وجه الارض غير الهواء الذى بين السماء والارض الذى هو مضىء بضوء الشمس وهذا الهواء مقابل لجرم الشمس وليس بينه وبين الشمس ساتر وهذا الهواء يكون مضيًا فى وقت الصباح ويدرك الضوء فيه بالحس فالضوء الذى يظهر على وجه الارض فى وقت الصباح هو ضوء يصدر عن الضوء الذى فى الهواء المقابل لوجه الارض فاما الماء[2] والزجاج والاحجار المشفة فانها اذا اشرق عليها ضوء الشمس فانه يصدر ايضا عنها ضوء ثان مع نفوذ الضوء عينها وهذا الضوء يظهر للحس اذا قرب الى الماء او الحجر المشف جسم ابيض من غير الجهة التى يمتد اليها الضوء النافذ فيها فانه يوجد على ذلك الجسم الابيض ضوء حادث لم يكن يظهر عليه من قبل ويكون

---

1) Dies و fehlt im Ms.

2) الماء habe ich für das im Ms. stehende النار gesetzt.

Buche der Optik [1]) ausführlich dargelegt, und an dieser Stelle sei soviel genügend. Von jedem der durchsichtigen Körper also, die unter dem Himmel sind, geht, wenn auf ihn das Licht der Sonne strahlt, ein zweites Licht aus, gerade wie es von den undurchsichtigen Körpern ausgeht, wenn auf sie das Licht der Sonne strahlt; nur dass das zweite Licht, welches von den undurchsichtigen Körpern ausgeht, schwächer befunden wird, als das zweite Licht, welches von den undurchsichtigen Körpern ausgeht. Nun haben wir schon früher gezeigt, dass in den undurchsichtigen Körpern eine Kraft ist, das Licht anzunehmen, und in den durchsichtigen Körpern ebenfalls eine Kraft, das Licht anzunehmen, und haben gezeigt, dass auf den durchsichtigen Körpern ausser dem Eindringen des Lichts in diese Körper ein bleibendes Licht ist. Wir behaupten nun, dass das Strahlen des zweiten Lichtes von dem durchsichtigen Körper her nicht ein Strahlen von dem darin eingedrungenen Lichte ist. Denn das Licht, das in den durchsichtigen Körper eingedrungen ist, ist nur nach der dem Körper, von dem das Licht ausstrahlt, entgegengesetzten Seite ausgebreitet und ist nach keiner anderen als nach dieser Seite ausgebreitet; das zweite Licht aber, welches von diesen Körpern ausgeht, wird nach den dieser Seite entgegengesetzten Richtungen ausgebreitet gefunden. Folglich ist das Strahlen

---

ضوءا ضعيفا وقد استقصينا طريق الاعتبار لهذا المعنى فى كتاب المناظر وهذا القدر فى هذا الموضع مقنع فكل من الاجسام المشفة التى فيما دون الفلك فانه اذا اشرق عليه ضوء الشمس فانه يصدر عنه ضوء ثان كما يصدر عن الاجسام الكثيفة اذا اشرق عليها ضوء الشمس الا ان الضوء الثانى الذى يصدر عن الاجسام المشفة يوجد اضعف من الضوء الثانى الذى يصدر عن الاجسام الكثيفة وقد بينا من قبل ان فى الاجسام الكثيفة قوة قابلة للضوء وان فى الاجسام المشفة ايضا قوة قابلة للضوء وبينا ان فى[1] الاجسام المشفة ضوء ثابت مع نفوذ الاضواء فى هذه الاجسام فنقول ان اشراق الضوء الثانى عن الاجسام المشفة ليس هو اشراقا عن الاضواء النافذة فيها وذلك ان الضوء النافذ فى الجسم المشف انما هو ممتد فى الجهات المقابلة للجسم الذى يشرق منه الضوء وليس هو ممتدا فى غير تلك الجهات والضوء الثانى الذى يصدر عن هذه الاجسام

1) Vergl. Opt. Buch IV, § 4 ff. 2) Man erwartet على.

des zweiten Lichtes von dem durchsichtigen Körper nicht ein Strahlen von dem darin eingedrungenen Lichte her. Nun ist in dem durchsichtigen Körper kein Licht ausser dem darin eingedrungenen und dem auf ihm bleibenden Lichte, also geht das zweite Licht, welches von den durchsichtigen Körpern ausgeht, nur von dem bleibenden Lichte aus. Das Bleiben des Lichtes aber auf den Naturkörpern hat keinen andern Grund als die Undurchsichtigkeit, die das Gegentheil der Durchsichtigkeit ist; denn wenn in dem Körper keine Undurchsichtigkeit ist, so ist er durchsichtig. Wenn er nun durchsichtig ist, so dringt das Licht in ihn ein; und wenn der Körper im höchsten Grade durchsichtig ist, und keine Undurchsichtigkeit in ihm auf irgend eine Art, so dringt das Licht lediglich in ihn ein, bleibt aber nicht auf ihm; denn die Durchsichtigkeit ist ein Grund des Eindringens, nicht des Bleibens. Wenn aber auf jedem undurchsichtigen Körper das Licht bleibt, und in jeden durchsichtigen Körper das Licht eindringt, so hat das Bleiben des Lichts keinen andern Grund als die Undurchsichtigkeit. Da nun schon erläutert ist, dass auf jedem der durchsichtigen Körper, welche unter dem Himmel sind, Licht bleibt, wenn es auf ihn

---

يوجد ممتدا فى الجهات المقابلة لتلك الجهات فليس اشراق الضوء الثانى عن الجسم المشف هو اشراق عن الضوء النافذ فيه وليس فى الجسم المشف ضوء سوى الضوء النفذ فيه والضوء الثابت فيه فالاضواء الثوانى التى تصدر عن الاجسام المشفة انما تصدر عن الاضواء الثابتة وليس لثبوت الضوء فى الاجسام الطبيعية علة غير الكثافة التى هى ضد الشفيف لان الجسم اذا لم يكن فيه كثافة فهو مشف واذا كان مشفا فالضوء ينفذ فيه واذا كان الجسم فى غاية الشفيف ولا كثافة فيه بوجه من الوجوه فالضوء ينفذ فيه فقط ولا يثبت فيه لان[1] الشفيف هو علة النفوذ لا علة الثبوت واذا كان كل جسم كثيف يثبت الضوء فيه وكل جسم مشف ينفذ الضوء فيه فليس لثبوت الضوء علة غير الكثافة فاذا كان قد تبين ان كل جسم من الاجسام المشفة التى تحت الفلك اذا اشرق عليه الضوء ففيه ضوء ثابت فكل جسم من الاجسام المشفة التى تحت الفلك ففيه كثافة ما مع الشفيف الذى فيه وقد تبين ان

---

1) Man erwartet عليه.

strahlt, so ist in jedem der durchsichtigen Körper, welche unter dem Himmel sind, irgend eine Undurchsichtigkeit zugleich mit der Durchsichtigkeit, welche in ihnen ist [1]). Auch ist schon dargelegt, dass die Durchsichtigkeit in diesen durchsichtigen Körpern verschieden ist. Wenn nun die Durchsichtigkeit in diesen durchsichtigen Körpern verschieden ist, und wenn schon erläutert ist, dass in einem jeden von diesen durchsichtigen Körpern irgend eine Undurchsichtigkeit ist, so ist die verschiedene Durchsichtigkeit in diesen durchsichtigen Körpern nur eine Folge [des Grades] der Undurchsichtigkeit in ihnen. So oft in ihnen die Undurchsichtigkeit stärker ist, ist ihre Durchsichtigkeit geringer, und so oft die Undurchsichtigkeit in ihnen geringer ist, ist sie stärker.

Was aber die Durchsichtigkeit des Himmels anbetrifft, so meint der Logiker [Naturphilosoph], dass seine Durchsichtigkeit reiner sei als die Durchsichtigkeit aller durchsichtigen Körper; sie sei äusserst durchsichtig, und unmöglich könne ein Körper stärkere Durchsichtigkeit haben als der Himmel. Die Mathematiker aber sagen, dass die Durchsichtigkeit keine Grenzen habe, und dass in Bezug auf jeden durchsichtigen Körper möglich sei, dass ein Körper stärkere Durchsichtigkeit als er habe. Auch hat diesen Sache einer der späteren Mathematiker klargelegt, nämlich Abu Sa'd al

---

الشفيف الذى فى هذه الاجسام المشفة يختلف واذا كان الشفيف الذى فى هذه الاجسام يختلف وكان قد تبين ان كل واحد من هذه الاجسام المشفة ففية كثفة ما فان اختلاف الشفيف الذى فى هذه الاجسام المشفة انما هو من اجل الكثافة التى فيها وكل ما فيه كثافة اكثر كان شفيفه اقل وكلما كانت كثافة فيه اقل كان اكثر

فاما شفيف الفلك فراى صاحب المنطق ان شفيفه اصفى من شفيف جميع الاجسام المشفة وانه غاية الشفيف وانه لا يمكن ان يكون جسم اشد شفيفا من الفلك فاما اصحاب التعاليم فيرون ان الشفيف ليس له غاية وان كل جسم مشف فانه يمكن ان يكون جسم اشد شفيفا منه وقد تبين هذا المعنى بعض

1) Vergl. Opt. Buch VII, § 8: In omni corpore naturali necesse est, ut sit aliqua grossities; nam corpus parvae diaphanitatis non habet finem in imaginatione, quae est imaginatio lucidae diaphanitatis: et omnia corpora naturalia perveniunt ad finem, quem non possunt transire. Corpora ergo naturalia diaphana non possunt evadere aliquam grossitiem etc.

'Alā ibn Suhail [1]); denn er hat eine Abhandlung geschrieben, in welcher er durch einen geometrischen Beweis [dies] erläutert. Auch wir wollen den Beweis über diesen Gegenstand führen und wollen seine Hauptpunkte besser hervorheben als 'Alā ibn Suhail und ihm eine klarere Entwicklung als die seinige geben. Wir behaupten nämlich, dass ein jedes Licht, welches auf einen durchsichtigen Körper strahlt, in diesen durchsichtigen Körper auf geradlinigen Bahnen eindringt; und die Erfahrung bezeugt dies. Wenn sich dann das Licht in dem durchsichtigen Körper ausbreitet und zu einem andern durchsichtigen Körper gelangt, dessen Durchsichtigkeit von der des ersten Körpers, in dem es sich ausgebreitet hat, verschieden ist, und es schief auf die Fläche des zweiten Körpers fällt, so wird das Licht gebrochen und dringt nicht geradlinig ein. Und wir haben diesen Gegenstand im siebenten Kapitel unseres Buches über die Optik [2]) erläutert und haben hingewiesen auf die Methode

---

اصحاب التعاليم المتاخرين وهو ابو سعد العلاء بن سهيل فان له مقالة بين[3] فيها ببرهان هندسى ونحن نذكر البرهان على هذا المعنى وتلخيصه[4] اكثر من تلخيص العلاء بن سهيل له ونشرحه شرحا اوضح من شرحه فنقول ان كل ضوء يشرق على جسم مشف فانه ينفذ فى ذلك الجسم المشف على سموت خطوط مستقيمة والوجود يشهد بذلك ثم اذا امتد الضوء فى الجسم المشف وانتهى الى جسم آخر مشف مخالف الشفيف للجسم الاول الذى امتد فيه وكان مائلا على سطح الجسم الثانى انعطف الضوء ولم ينفذ

1) Der Name dieses Mathematikers findet sich weder im تاريخ الحكماء noch bei Ibn Abî Uṣeibi'a erwähnt.

2) Das ganze VII. Buch der Optik handelt von der Dioptrik. In § 8 wird als Grund der Brechung in verschiedenen Medien folgendes angegeben: Eine auf einen Körper senkrecht wirkende Kraft durchdringt ihn leichter als eine unter einem schiefen Winkel gerichtete. Wird z. B. ein Speer senkrecht auf eine dünne in einen Spalt eingeklemmte Tafel geworfen, so durchdringt er die Tafel, aber in derselben Entfernung und mit derselben Kraft schief geworfen, dringt er nicht durch, kehrt aber auch nicht zu dem Orte zurück, von dem er ausgeworfen ist, sondern wird nach einer andern Seite abgelenkt etc. Die senkrechte Bewegung ist also leichter als die schiefwinklige und von den schiefwinkligen Bewegungen ist diejenige die leichtere, die der senkrechten näher kommt. Ebenso ist es beim Lichte. Trifft das Licht senkrecht auf ein dichteres Medium als das, in dem es entstanden ist, so dringt es leicht ein; geschieht die Bewegung aber unter einem schiefen Winkel, so neigt sie sich im dichtern Medium nach der Richtung, in welcher sie leichter ist, das ist die senkrechte etc.

3) Man erwartet etwas wie ذلك.

4) Besser وتلخصه تلخيصا.

seines experimentellen Beweises bei einem jeden einzelnen der durchsichtigen Körper; und wir bewiesen daselbst, dass die Brechung unter bestimmten Winkeln geschehe [1]). Wenn nun die Brechung aus dem dünnern Medium nach dem dichteren stattfindet, so geschieht sie nach der Seite des Lothes, das in dem Punkte, in dem die Brechung stattfindet, auf der Fläche des dichteren Mediums unter rechten Winkeln errichtet ist. Aber wenn die Brechung aus dem dichteren Medium nach dem dünnern stattfindet, so geschieht sie nach der von dem Lothe abgewendeten Seite. Wenn nun das Licht in dem dünnern Medium sich ausbreitet und in dem dichteren Medium gebrochen wird, so entsteht irgend ein Winkel in dem Brechungspunkte. Wenn es sich aber zuerst im dichteren Medium ausbreitet und dann in dem dünnern Medium gebrochen wird, so wird das Licht, welches im dichteren Medium nach der gebrochenen Linie sich ausbreitet ist, in dem dünnern Medium in eben diesem Winkel gebrochen, der zwischen dem ersten Strahle und dem gebrochenen Strahle entsteht. Wenn nun das Licht von einem durchsichtigen dünnen Medium nach zwei Medien gebrochen wird, die dichter sind als das erste Medium, und es sind die beiden

---

على استقامة وقد بينا هذا المعنى فى المقالة السابعة من كتابنا فى المناظر وارشدنا الى طريق اعتباره فى كل واحد من الاجسام المشفة وبينا هناك ان الانعطاف يكون على زوايا مخصوصة واذا كان الانعطاف من الجسم الالطف الى الجسم الاغلظ كان الانعطاف الى جهة العمود الخارج من النقطة التى عندها تقع الانعطاف القائم على سطح الجسم الاغلظ على زوايا قائمة واذا كان الانعطاف من الجسم الاغلظ الى الجسم الالطف كان الانعطاف الى خلاف جهة العمود وان الضوء اذا امتد فى الجسم الالطف وانعطف فى الجسم الاغلظ احدث زاوية ما عند نقطة الانعطاف فانه اذا امتد اولا فى الجسم الاغلظ ثم انعطف فى الجسم الالطف فان الضوء الذى يمتد فى الجسم الاغلظ على الخط المنعطف ينعطف فى الجسم الالطف على تلك الزاوية بعينها التى حدثت بين الشعاع الاول وبين الشعاع المنعطف وان الضوء اذا انعطف من جسم مشف

1) Vergl. Opt. Buch VII, § 10 ff.

dichten Medien an Dichtigkeit verschieden, so ist die Brechung des Lichtes in dem Medium, welches stärker an Dichtigkeit ist, stärker; ich meine, dass, wenn das Licht in dem Medium gebrochen wird, dessen Dichtigkeit stärker ist, es näher dem im Brechungspunkte errichteten Lothe liegt. Wenn aber das Licht von einem durchsichtigen dichten Medium nach zwei dünnen Medien gebrochen wird, und die beiden dünnen Medien sind verschieden an Dünnheit, so wird das Licht in dem Medium, das grössere Dünnheit hat, weiter von dem im Brechungspunkte errichteten Lothe ab gebrochen. Diese Sache hat schon Ptolemaeus ebenfalls am Strahle des Auges im fünften Kapitel seines Buches über die Optik erklärt; ich meine, er hat erläutert, dass, wenn sich der Strahl des Auges in dem durchsichtigen Medium ausbreitet, dann ein anderes durchsichtiges Medium trifft, dessen Durchsichtigkeit von der des ersten Mediums verschieden ist, und er fällt schief auf die Fläche des zweiten Mediums, er gebrochen wird und nicht geradlinig eindringt. Und er hat dargelegt, dass die Brechung des Augenstrahles aus der Luft nach dem Glase grösser sei als die Brechung des Augenstrahls aus der Luft nach dem Wasser — das Glas ist nämlich dichter als das Wasser —, und er hat dort ebenfalls erklärt, dass, wenn das Auge sich im dünnern Medium befindet. und der Strahl nach

---

لطيف الى جسمين اغلظ من الجسم الاول وكان الجسمان الغليظان
مختلفى الغلظة فان انعطاف الضوء فى الجسم الذى هو اكثر غلظا
يكون اكثر اعنى ان الضوء اذا انعطف فى الجسم الذى هو اكثر
غلظا يكون اقرب الى العمود الخارج من نقطة الانعطاف وان
الضوء اذا انعطف من جسم مشف غليظ الى جسمين لطيفين
وكان الجسمان اللطيفان مختلفى اللطافة فان انعطاف الضوء فى
الجسم الذى هو اشد لطفا يكون ابعد عن العمود الخارج من
نقطة الانعطاف وقد بين بطلميوس هذا المعنى ايضا فى شعاع
البصر فى المقالة الخامسة من كتابه فى المناظر اعنى انه بين ان
شعاع البصر اذا امتد فى الجسم المشف ثم لقى جسما آخر مشف
مخالف الشفيف للجسم الاول وكان مائلا على سطح الجسم الثانى
انعطف ولم ينفذ على استقامته وبين ان انعطاف شعاع البصر من
الهواء الى الزجاج اكثر من انعطاف شعاع البصر من الهواء الى
الماء والزجاج اغلظ من الماء وبين ايضا هناك ان البصر اذا كان

dem dichteren Medium unter irgend einem Winkel gebrochen wird, dann der Blick in das dichtere Medium längs des gebrochenen Strahles übergeht, indem der Strahl unter diesem Winkel gebrochen wird. Aus alledem ist klar, dass jeder Strahl, der sich in einem durchsichtigen Medium ausbreitet, und dann ein anderes durchsichtiges Medium trifft, wenn die Durchsichtigkeit des zweiten Mediums dichter ist als die Durchsichtigkeit des [ersten] Mediums, in dem er sich ausgebreitet hat, in dem zweiten Medium gebrochen wird, und dass die Brechung in dem zweiten Medium im Verhältniss zur Dichtigkeit im zweiten Medium steht; (in stärkerer Dichtigkeit ist der Ablenkungswinkel grösser;) und dass jeder Strahl, der sich in einem durchsichtigen Medium ausbreitet und dann ein anderes durchsichtiges Medium trifft, wenn die Durchsichtigkeit des zweiten Mediums dünner ist als die Durchsichtigkeit des ersten Mediums, in dem zweiten Medium gebrochen wird, und dass die Brechung in dem zweiten Medium im Verhältnisse zur Dünnheit des zweiten Mediums steht.

Wir setzen hierfür ein Beispiel, damit es klarer sei. Zwei durchsichtige, an Durchsichtigkeit verschiedene Medien seien gegeben, und der Punkt A liege in dem dünneren Medium, und durch den Punkt

---

فى الجسم الالطف وانعطف الشعاع فى الجسم الاغلظ على زاوية ما ثم مارّ البصر فى الجسم الاغلظ على الشعاع المنعطف وانعطف الشعاع على تلك الزاوية فتبين من جميع ذلك ان كل شعاع يمتد فى جسم مشف ثم يلتقى جسما آخر مشفا ويكون شفيف الجسم الثانى اغلظ من شفيف الجسم الاول[1] الذى امتد فيه فانه ينعطف فى الجسم الثانى ويكون انعطافه فى الجسم الثانى بحسب غلظ الجسم الثانى (فى اكثر غلظا كانت زاوية الانعطاف اعظم)[2] وان كل شعاع يمتد فى جسم مشف ثم يلتقى جسما آخر مشفا ويكون شفيف الجسم الثانى الطف من شفيف الجسم الاول فانه ينعطف فى الجسم الثانى ويكون انعطافه فى الجسم الثانى بحسب لطافة الجسم الثانى

ونمثل فى ذلك مثالا ليكون اوضح فليكن جسمان مشفان مختلفا الشفيف وليكن نقطة آ فى الجسم الالطف ومخرج من

1) Das الاول habe ich für das im Ms. stehende الثانى gesetzt.

2) Der in ( ) eingeschlossene Satz ist wohl Glosse eines Lesers gewesen und von dem Abschreiber irrthümlich mit in den Text aufgenommen.

A sei eine ebene Fläche gelegt, welche auf der Oberfläche des dichteren Mediums unter rechten Winkeln steht, und der Schnitt, der beiden Flächen gemeinsam ist, ich meine, der [construirten] ebenen Fläche und der Oberfläche des dichteren Mediums, sei die Linie BC, und die sei gerade. Und wir ziehen vom Punkte A den Strahl AE, der falle schief auf BC und sei gebrochen nach der Linie EG, und errichten im Punkte E ein Loth auf der Fläche des dichteren Mediums, das sei EH, und verlängern AE geradlinig bis W. Dann ist der Winkel GEW construirt, der offenbar der Ablenkungswinkel ist. Wenn aber nun ein Strahl nach der Linie GE gezogen wird, so wird er nach der Linie EA gebrochen. Fällt man das Loth HE, so wird, wenn das dünnere Medium, in welchem A liegt, ein noch dünneres Medium ist, der Strahl GE nach einer Linie gebrochen, die weiter vom Lothe ET absteht. Dann möge die Brechung in dem Medium, das stärker durchsichtig ist, nach der Linie EK geschehen. Der Strahl aber, welcher sich im dichteren Medium ausbreitet und nach der Linie EA gebrochen wird, die dem Lothe TH näher ist, dieser Strahl sei der Strahl DE, der nach der Linie EA gebrochen wird. Wenn sich nun ein Strahl nach der Linie AE ausbreitet, und das dünnere Medium ist das [angenommen] zweite

---

نقطة آ سطح مستو قائم على سطح الجسم الاغلظ على زوايا قائمة وليكن الفصل المشترك بين السطحين اعنى السطح المستوى وسطح الجسم الاغلظ خط بج وليكن مستقيما ونخرج من نقطة آ شعاع آء وليكن مائلا على خط بج ولينعطف على خط عح ونخرج من نقطة ء عمودا على سطح الجسم الاغلظ وليكن ءه ونخرج آء على استقامته الى و فيكون زاوية حءو[1] يخرج بين[2] زاوية الانعطاف فاذا خرج شعاع على خط حء انعطف على خط ءا ونخرج عمود هء فاذا كان مكان الجسم الالطف الذى فيه آ جسم الطف منه انعطف شعاع حء على خط ابعد عن عمود ءط فليكن الانعطاف فى الجسم الذى هو اشد شفيفا على خط ءك فالشعاع الذى يمتد فى الجسم الاغلظ فينعطف على خط ءآ يكون اقرب الى عمود طء[3] فليكن ذلك الشعاع

---

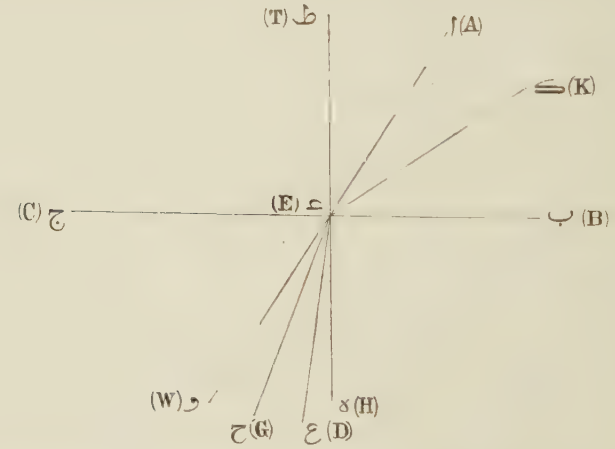
1) Im Ms. ist der Winkel nur mit ء bezeichnet. 2) Muss heissen بينا.

3) Im Ms. steht für طء irrthümlich وء.

Medium, welches stärker durchsichtig ist, so wird er nach der Linie ED gebrochen. Wenn aber das dünnere Medium, in dem der Punkt A liegt, noch durchsichtiger ist als das dünnere zweite Medium, so wird der Strahl, welcher sich in dem dichteren Medium ausbreitete und nach der Linie EA gebrochen wurde, wenn das durchsichtige dünnere Medium das dritte Medium ist, aus der Richtung einer Linie gebrochen, die seinem Lothe noch näher liegt als die Linie ED. Ebenso, so oft das dünnere Medium an Dünnheit und Durchsichtigkeit zunimmt, wird er nach einer Linie gebrochen, die

---

ع ينعطف على خط عآ فاذا امتد شعاع على خط آء والجسم الالطف هو الجسم الثانى الذى هو اشد شفيفا انعطف على خط عع واذا كان الجسم الالطف الذى فيه نقطة آ[1] اشد شفيفا من الجسم الالطف الثانى كان الشعاع الذى يمتد فى الجسم



الاغلظ وينعطف على خط عآ اذا كان الجسم المشف الالطف هو الجسم الثالث ينعطف على خط هو اقرب الى عموده من خط عع[2] وكذلك والما[3] كلما ازداد الجسم الالطف لطفا وشفيفا انعطف على خط اقرب الى عمود عه وكلما قرب الشعاع

1) Dies ا fehlt im Ms. 2) Für عع steht im Ms. nur ع. 3) Dies Wort ist wohl zu streichen oder es ist anders zu lesen.

dem Lothe EH näher liegt; und so oft der gebrochene Strahl der Linie EH näher kommt, wird der Winkel HED kleiner, und es steht der Winkel, der zwischen dem gebrochenen Strahle und dem Lothe entsteht, im Verhältniss zur Durchsichtigkeit in dem dünneren Medium. Daraus folgt nothwendig, dass das „Wie" der Durchsichtigkeit nur im Verhältniss zum Winkel im Brechungspunkte steht.

Nun ist kein Zwiespalt zwischen den Mathematikern und ebenso wenig zwischen den Tüchtigen der Naturforscher, dass jeder Winkel unendlich theilbar ist. Denn wenn man den Winkelpunkt als Centrum setzt und in welcher Entfernung es auch sei kreisend einen Bogen construirt, der den Winkel fasst, so lässt sich dieser Bogen in kleine Theile theilen, deren Kleinerwerden keine Grenze hat; denn der Bogen, welcher den Winkel fasst, kann unendlich getheilt werden. Wenn dann von seinen Theilpunkten Linien nach dem Winkelpunkte gezogen werden, so wird der Winkel in beliebig kleine Theile getheilt. So kann es in Bezug auf jeden Winkel einen Winkel geben, welcher kleiner ist als er. Wenn nun die Durchsichtigkeit des Körpers nur im Verhältnisse zum Brechungswinkel steht, und es keinen Winkel giebt, für den nicht ein kleinerer Winkel als er gefunden werden könnte, so giebt es auch keine Durchsichtigkeit, für die man sich nicht eine dünnere

---

المنعطف الى خط عه صغرت زاوية ءعع ويكون الزاوية التى تحدث بين الشعاع المنعطف وبين العمود بحسب الشفيف الذى فى الجسم الالطف فيلزم من ذلك ان يكون كيفية الشفيف انما هو بحسب الزاوية التى عند نقطة الانعطاف

ولا خلاف بين اصحاب التعاليم ولا خلاف بين المحققين من اصحاب الطبيعية ان كل زاوية فانها تنقسم انقساما بلا نهاية وذلك انه اذا جعلت نقطة الزاوية مركزا ودائرا باى بعد كان قوسا لوتر الزاوية فان تلك القوس تنقسم اجزاء صغارا لا نهاية لتصاغرها لان القوس التى توتر الزاوية تنقسم الى ما لا نهاية [1] واذا خرج من نقط القسمة خطوط الى نقطة الزاوية انقسمت الزاوية فى التصاغر الى ما لا نهاية [2] فكل زاوية فيمكن ان يكون زاوية اصغر منها واذا كان شفيف الجسم انما يكون بحسب زاوية الانعطاف وكان لا زاوية الا ويمكن ان يوجد زاوية اصغر منها فلا شفيف الا ويمكن ان

1) scil. لها. 2) scil. له.

Durchsichtigkeit, als sie ist, vorstellen könnte. Aber alles, wofür man sich etwas Dünneres, als es ist, vorstellen kann, ist nicht die Grenze der Durchsichtigkeit. So existirt also für die Durchsichtigkeit keine Grenze, bei der sie stehen bliebe.

Ptolemaeus hat schon erläutert, dass der Strahl des Auges an der Grenze der Atmosphäre gebrochen wird, und dass der Himmel durchsichtiger als die Luft ist, und dass daraus nothwendig folgt, dass das Licht der Sonne und das Licht der Sterne an der Grenze der Atmosphäre gebrochen wird. — Nun sei das Beispiel aufgestellt: Das dichtere Medium sei kugelförmig angenommen und der beiderseitige Schnitt zwischen der durch den Punkt A gelegten Ebene und der Kugelfläche sei der Bogen BEC, und dessen Mittelpunkt sei K, und das dichtere Medium sei das, welches dem Mittelpunkte nahe ist, und das dünnere Medium das ausserhalb der Convexseite des Bogens befindliche. Der Punkt A liege in dem dünnern Medium und ein Strahl AE sei aus ihm gezogen und falle schief auf die Kugelfläche, und es werde der Strahl AE nach der Linie EG gebrochen, und wir verbinden KE und verlängern sie [diese Verbindungslinie] bis H. dann ist EH ein Loth auf der Oberfläche des Kugelkörpers. Wenn dann ein Strahl nach der Linie GE gezogen wird, so wird

---

يتخيل شفيف الطف منه وكل ما يمكن ان يتخيل الطف منه فليس هو فى غاية الشفيف فليس للشفيف غاية يقف عندها

وقد بين بطلميوس ان شعاع البصر منعطف عند مقعر الفلك وان الفلك اشد شفيفا من الهواء ويلزم فى ذلك ان يكون ضوء الشمس واضواء الكواكب تنعطف عند مقعر الفلك ولبعد المثال ويجعل الجسم الاغلظ كريا وليكن[1] الفصل المشترك بين السطح المستوى الذى [2] يخرج من نقطة آ وبين السطح الكرى قوس ب ء ج وليكن مركزها ك وليكن الجسم الاغلظ هو الذى يلى المركز والجسم الالطف هو الخارج عن تحديب القوس وليكن نقطة آ بالجسم الالطف ومخرج شعاع آء وليكن مائلا عن السطح الكرى وينعطف شعاع آء على خط ءح ونصل كء وننفذه الى ه فيكون ءه عمودا على سطح الجسم الكرى فاذا خرج شعاع الى خط حء انعطف على خط ءآ فاذا كان الجسم الذى يلى آ اشد شفيفا كان

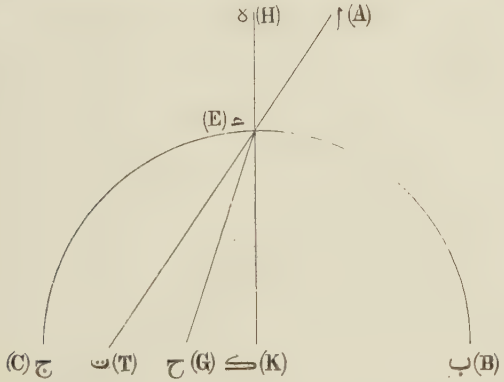
---

1) ولبكن für das im Ms. stehende ولكن. 2) fehlt in der Hs.

er nach der Linie EA gebrochen. Wenn aber das Medium, welches A umgiebt, stärker durchsichtig ist, so wird der Strahl, welcher sich nach der Linie AE ausbreitet, nach einer Linie gebrochen, welche näher dem Lothe KH liegt. Dies wird gleichermassen klar, wie an der geraden Linie. Und es wird der Winkel, welcher zwischen dem gebrochenen Strahle und dem Lothe KH liegt, kleiner als der Winkel GEK. Der Winkel GEK kann nun getheilt und verkleinert werden bis ins Unendliche, und man kann sich vorstellen, dass die Durchsichtigkeit des dünnern Mediums, in dem A liegt, an Durchsichtigkeit und Dünnheit bis ins Unendliche zunimmt. Ist nun das dünnere Medium der Himmel und die Sonne im Punkte A, und ihre Strahlen sind nach der Linie AE ausgebreitet und nach der Linie EG gebrochen, so wird, wenn die Durchsichtigkeit des Himmels reiner und dünner wäre,

---

الشعاع الذى يمتد على خط آء ينعطف على خط اقرب الى عمود كه وتبين ذلك بمثل ما تبين فى الخط المستقيم ويصير الزاوية التى بين الشعاع المنعطف وبين عمود كه اصغر من زاوية



حءك وزاوية حءك يمكن ان ينقسم ويتصاغر الى غير نهاية فيمكن ان يتخيل شفيف الجسم الالطف الذى فيه آ يتزايد شفيفا ولطفا الى غير نهاية واذا كان الجسم الالطف هو الفلك وكانت الشمس عند نقطة آ وامتد شعاعها على خط آء وانعطف على خط عح فان شفيف الفلك لو كان اصفى والطف مما هو[1]

---

1) Hier ist vielleicht عليه einzuschalten, wie unten.

als wie sie ist, der Strahl AE nach einer Linie gebrochen, die zwischen den beiden Linien GE [und] EK liegt. Nun können zwischen die beiden Linien GE [und] EK unendlich viele Linien fallen, und man kann sich folglich vorstellen, dass die Durchsichtigkeit des Himmels möglicher Weise reiner und dünner sein könnte, als sie wirklich ist, bis ins Unendliche.

Das nun, was wir berichtet haben, ist die Ansicht der Mathematiker; ich meine, dass die Durchsichtigkeit der durchsichtigen Körper an Dünnheit und Reinheit bis in's Unendliche zunehmen könne; ich meine, dass man sich bei jeder Durchsichtigkeit in einem durchsichtigen Körper eine reinere Durchsichtigkeit als sie vorstellen könne. Die Naturforscher aber behaupten, dass jede Eigenschaft in den Naturkörpern nur bis zu einer endlichen Grenze, aber nicht bis ins Unendliche bestehe; der Winkel aber, welcher bis zum Unendlichen getheilt würde, sei nur ein vorgestellter Winkel, welchen vorgestellte Linien einschlössen. Die Winkel aber, welche in den Naturkörpern vorkämen, und welche in den Naturkörpern vorgestellt würden, könnten nicht bis ins Unendliche getheilt werden, und der Körper, worin sie seien, bleibe so wie er sei:

دان شعاع آء ينعطف على خط فيما بين[1] خطى حء عك وقد يمكن ان يقع فيما بين خطى حء عك خطوط بلا نهاية ويمكن ان يتخيل ان شفيف الفلك قد كان يمكن ان يكون اصفى الطف مما هو عليه الى غير نهاية

فهذا الذى ذكرناه هو راى اصحاب التعاليم اعنى ان الشفيف الذى فى الاجسام المشفة يمكن ان يزداد لطفا وصفاء الى غير النهاية اعنى ان كل شفيف فى جسم مشف فيمكن ان يتخيل شفيف اصفى منه فاما اصحاب العلم الطبيعى فانهم يقولون ان كل معنى فى الاجسام الطبيعية فانه انما يكون الى حد ونهاية وليس يكون الى غير نهاية وان الزوايا التى تنقسم الى غير نهاية انما هى الزوايا المتخيلة التى تحيط بها خطوط متخيلة فاما الزوايا التى تكون فى الاجسام الطبيعية والتى تتخيل فى الاجسام الطبيعية فليس تنقسم الى ما لا نهاية[2] والجسم الذى هى فيه هو على

1) Dies بين fehlt im Ms. 2) scil. له.

denn der Körper, in welchem der Winkel vorgestellt würde, könne nicht bis ins Unendliche getheilt werden. Denn jeder Naturkörper sei bis zu irgend einer Grenze theilbar, so lange er in Bezug auf seine Form bleibe wie er sei. Dann, wenn er darauf noch getheilt würde, legte er die Form ab, welche er hätte, und nähme eine andere Form an. Ein Beispiel hierfür sei das Wasser [1]). Wenn man es bis zur äusserst kleinen Dimension theilt, so gelangt es zu einer Grenze, welche die kleinsten Theile des Wassers darstellt. Wenn man nachher noch theilt, so verliert es die Form des Wassers und nimmt die Form der Luft an. Sodann, theilt man man die Luft in die kleinsten Theile der Luft, so verliert sie, wenn sie darauf noch theilt, die Form der Luft und nimmt die Form des Feuers an. Dann, theilt man das Feuer in die kleinsten Theile des Feuers, dann ist es nicht möglich, es darauf noch zu theilen; denn es giebt in der Wirklichkeit keine dünnere Form als die des Feuers. Wenn aber die Form des Himmels dünner sein sollte als die Form des Feuers, und es möglich wäre, dass das Feuer zur Art des Himmels gehörte, so theilt man es in die kleinsten Theile des Feuers, und es wird dann zur Substanz des Himmels gehören.

ما هو عليه لان الجسم الذى يتخيل فيه الزاوية لا يمكن ان
ينقسم الى غير نهاية لان كل جسم طبيعى فانه ينقسم الى حد
ما وهو على ما هو عليه من صورته ثم اذا انقسم بعد ذلك خلع
الصورة التى كانت له ولبس صورة اخرى ومثال ذلك الماء اذا
قسم الى البعد غاية[2] فانها انتهى الى حد هو اصغر الصغير من
اجزاء الماء فاذا انقسم بعد ذلك خلع صورة الماء ولبس صورة
الهواء ثم[3] الهواء ينقسم الى اصغر الصغير من اجزاء الهواء ثم اذا
انقسم بعد ذلك خلع صورة الهواء ولبس صورة النار ثم ان النار
ينقسم الى اصغر الصغير من اجزاء النار ثم لا يمكن ان ينقسم
بعد ذلك لانه ليس فى الوجود الطف من صورة النار فانكانت
صورة الفلك الطف من صورة النار وكان ممكنا ان يصير النار من
جنس الفلك انقسم اصغر الصغير من اجزاء النار وصار من جوهر

1) Vgl. Dieterici, die Naturanschauung und Naturphilosophie der Araber im X. Jahrhundert, pag. 61.

2) Muss wohl umgestellt غاية البعد heissen.

3) Hier ist أن einzuschieben, wie später.

Der Himmelskörper ferner ist nicht theilbar. Nun aber, wenn man ihn sich theilbar vorstellte, so gelangte man zu den kleinsten seiner Theile; dann kann er darauf nicht getheilt werden, denn es existirt in der Wirklichkeit keine dünnere Form als die Form des Himmels. Wenn man ihn sich darauf noch theilbar vorstellte, nachdem man zu den kleinsten seiner Theile gelangt ist, vorausgesetzt, seine Theilung sei möglich, so könnte die Theilung nur der Dimensionen des Körpers vorgestellt werden, nicht der Substanz des Körpers. Wenn man sich aber die Substanz des Körpers theilbar vorstellt, so ist dies eine Theilung in der Vorstellung, nicht in der Wirklichkeit. Wenn nun der Logiker behauptet, dass der Himmel im höchsten Grade durchsichtig sei, so will er damit nur sagen, dass unter den Naturkörpern keiner durchsichtiger gefunden werde als der Himmel; folglich sei es nicht richtig, dass man einen finden könne. Denn er meint, dass alle Arten, deren Existenz logisch richtig sei, zur Existenz heraustreten.

Die beiden Ansichten sind richtig; ich meine, dass die Durchsichtigkeit keine Grenze in der Vorstellung habe, aber eine Grenze habe in den Naturkörpern, und das sei die Durchsichtigkeit des Himmels. Das nun ist es, was wir über die Durchsichtigkeit und

---

الفلك ثم ان جسم الفلك لا ينقسم وهو يتخيل منقسما لكان ينتهى الى اصغر الصغير من اجزاءه ثم لا ينقسم بعد ذلك لانه ليس فى الوجود صورة اخف من صورة الفلك ثم ان يتخيل منقسما بعد ان ينتهى الى اصغر الصغير من اجزاءه لكان [sic] انقسامه ممكنا فانما يتخيل انقسام ابعاد الجسم لا جوهر الجسم وان يتخيل جوهر الجسم منقسما فهو قسمة فى التخيل لا فى الوجود وصاحب المنطق انما[1] يقول ان الفلك فى غاية الشفيف يريد انه لا يوجد من الاجسام الطبيعية اشد شفيفا من الفلك فلا يصح ان يوجد لانه يرى ان كل ما يصح وجوده من الانواع قد خرج الى الوجود

المذهبان صحيحان اعنى ان الشفيف ليس لا[2] غاية فى التخيل وله غاية فى الاجسام الطبيعية وهو شفيف الفلك فهذا الذى ذكرناه

1) Hierfür vielleicht اذا zu lesen. 2) Muss لا heissen.

über die durchsichtigen Körper sagen wollten; es ist alles von ihren Zuständen, dessen Kenntniss nöthig ist.

Nun haben wir die Darlegung aller der Begriffe beendigt, deren Erklärung in dieser Abhandlung wir uns vorgenommen hatten, und nun wollen wir resumiren, was wir in dieser Abhandlung erklärt haben, damit es eine Erleichterung für den sei, welcher diese Dinge begreifen will, ohne nach ihren Gründen und Beweisen zu forschen. Und so sagen wir, dass das, was wir in dieser Abhandlung erläutert haben, das ist: Das Licht ist nach den Philosophen in jedem selbstleuchtenden Körper eine substantielle Eigenschaft in diesem Körper, und das zufällige Licht ist eine accidentelle Eigenschaft, welche auf den undurchsichtigen Körpern, auf welche das Licht strahlt, sichtbar wird. Nach den Mathematikern ist das Licht eine Feuerhitze, nämlich das wesenhafte [Licht]; das zufällige Licht aber ist eine accidentelle Eigenschaft, welche auf den undurchsichtigen Körpern, auf die das Licht strahlt, sichtbar wird. Das zufällige Licht ist in den leuchtenden Körpern nur sichtbar, wie das Feuer in den erzeugten [1]) Körpern sichtbar ist. Der Strahl aber ist jedes geradlinig in einem durchsichtigen Körper ausgedehnte Licht, sei das Licht das Licht der Sonne, oder sei

---

فى الشفيف وفى الاجسام المشفة هو جميع ما يحتاج الى علمه من احوالها

فقد اتينا على تبيين جميع المعانى التى قصدنا لتبيينها فى هذه المقالة ونحن نفيض جميع ما بيناه فى هذه المقالة ليكون تيسيرا لمن اراد فهم هذه المعانى من غير بحث عن عللها ودلائلها فنقول ان الذى بيّنا فى هذه المقالة هو ان الضوء عند اصحاب علم الفلسفة فى كل جسم مضىء من ذاته هو صورة جوهرية فى ذلك الجسم وان الضوء العرضى هو صورة عرضية تظهر على الاجسام الكثيفة التى يشرق عليها الضوء والضوء عند اصحاب التعاليم هو حرارة نارية الذاتى منه والعرضى هو صورة عرضية تظهر على الاجسام الكثيفة التى يشرق عليها الضوء والعرضى انما يظهر فى الاجسام المضيئة كما يظهر النار فى الاجسام المحاصلة والشعاع هو كل ضوء يمتد على خطوط مستقيمة فى جسم مشف كان الضوء ضوء الشمس

1) Die erzeugten Körper stehen im Gegensatze zu den vier Allmüttern (Elementen). Vergl. Dieterici, Naturanschauung und Naturphil. etc. p. 55 ff.

es das Licht des Mondes, oder sei es das Licht der Sterne, oder sei es das Licht des Feuers, oder sei es das Licht des Auges. Die durchsichtigen Körper sind alle die, in welche das Licht eindringt, und bei denen das Auge wahrnimmt, was hinter ihnen ist. Man theilt sie in zwei Klassen ein, die eine von beiden ist [alles] das, was das Licht ganz durchdringt, und die andere das, wobei das Licht einige Theile durchdringt, andere nicht. Das nun, was das Licht ganz durchdringt, theilt man in zwei Arten, das sind der Körper des Himmels und die Körper unter dem Himmel. Letztere werden dreifach eingetheilt, in die Luft, das Wasser, und was von durchsichtigen Flüssigkeiten dem ähnelt, und die durchsichtigen Mineralien, wie das Glas und die durchsichtigen Edelsteine. Die Durchsichtigkeit der durchsichtigen Körper ist eine Eigenschaft, die das Licht leitet. Die Durchsichtigkeit ist verschieden, man beobachtet die Verschiedenheit der Durchsichtigkeit an den Ablenkungswinkeln. Wenn in zwei durchsichtigen Medien, deren Durchsichtigkeit verschieden ist, sich zwei Strahlen ausbreiten, und die beiden Strahlen mit den in den Brechungsstellen errichteten Lothen zwei gleiche Winkel einschliessen da, wo sie die beiden Medien berühren, dann sich in einem Medium, das dichter ist als sie beide sind, brechen, so geschieht ihre Brechung

---

او كان ضوء القمر او كان ضوء كواكب او كان ضوء النار او كان ضوء البصر والاجسام المشفة هى كل ما ينفذ الضوء فيها ويدرك البصر ما وراءها وهى تنقسم قسمين احدهما ما ينفذ الضوء فى جميعها والآخر هو ما ينفذ الضوء فى بعض اجزائها دون بعض والتى ينفذ الضوء فى جميعها تنقسم نوعين هما جسم الفلك والاجسام الذى دون الفلك وتنقسم الى ثلثة اقسام هى الهواء والماء وما جرى مجراها من الرطوبات المشفة والاحجار المشفة كالزجاج والجواهر المشفة وشفيف الاجسام المشفة هى صورة مؤدية للضوء والشفيف يختلف ويعتبر اختلاف الشفيف بزوايا الانعطاف اذا كان جسمان مشفان مختلفا الشفيف وامتد فيهما شعاعان واحاط الشعاعان مع العمودى الخارجى من موضع الانعطاف بزاويتين متساويتين مما يلى الجسمين ثم انعطفا فى جسم واحد اغلظ منهما [و]كان[1] انعطافهما فى الجسم الاغلظ على

1) و ist zu streichen.

in dem dichteren Medium nach zwei Linien von verschiedener Lage, und sie schliessen mit ihren Lothen zwei verschiedene Winkel ein, wo das dichtere Medium anstösst; und von welchem aus der kleinere Winkel entsteht, der hat stärkere Durchsichtigkeit.

Diese Punkte nun sind alle Punkte, welche wir in dieser Abhandlung erläutert haben, und es ist jetzt Zeit, diese Abhandlung zu beschliessen.

Zu Gott aber nehmen wir unsere Zuflucht. Vollendet ist die Abhandlung über das Licht.

خطين مختلفى الوضع واحاطا مع العمودين بزاويتين مختلفتين
مما يلى الجسم الاغلظ والذى احدثت (منه?) الزاوية الصغرى
هو اشد شفيفا

وهذه المعانى هى جميع المعانى التى بيناها فى هذه المقالة وهذا
حين نختم هذه المقالة

والله نستعين تمت المقالة فى الضوء

VITA.

Natus sum Johannes Georg Karl Ferdinand Baarmann die XIX. mens. Aug. a. h. s. LVIII Islebiae patre Ferdinando, matre Carolina e gente Güttel, quos parentes adhuc superstites laetor atque gaudeo. Fidem profiteor evangelicam. Primis literarum elementis imbutus gymnasium adii Islebiense, quod usque ad annum LXXVIII frequentavi. Maturitatis testimonio instructus civis factus sum universitatis Fridericianae Halensis cum Vitebergensi consociatae, ubi exceptis duobus semestribus, per quae Berolini in studia incubui, mathematicis, physicis, linguae Arabicae operam dedi. Per haec tempora scholas audivi

Berolini: vir. ill. *Bruns, Dieterici, Glan, Kirchhoff, Peters, Wangerin, Weierstrass;*

Halis: vir. ill. *Cantor, Erdmann, Ewald, a. Fritsch, Gosche, Haym, Heine, Jürgens, Knoblauch, Kraus, Oberbeck, Taschenberg*

et per tria semestria in exercitationibus mathematicis vel physicis versatus sum. Omnibus illis viris clarissimis optime de me meritis semper gratum servabo animum.

Thesen.

I.

Das dekadische Zahlensystem verdanken wir den Arabern, die es von den Indern entlehnt haben.

II.

Der Algorithmus der höheren Analysis ist von Leibniz, die Fluxionsrechnung von Newton selbstständig entdeckt worden.

III.

Licht und strahlende Wärme zeigen in Theorie und Experiment vollkommene Identität.

IV.

Die Einführung der griechischen und indischen Mathematik war in Arabien durch Praedisposition unterstützt.

Druck von G. Kreysing in Leipzig.